ZEITSCHRIFT
FÜR
PHYSIK UND MATHEMATIK.

# I.

## Bemerkungen über das neueste Mikroskop des Herrn Professor *Amici* in Modena;

vom

Freiherrn von *Jacquin*.

Dieses Mikroskop (1829 verfertiget) weicht in seiner Einrichtung von den früheren desselben Meisters bedeutend ab; denn es ist ein dioptrisches Instrument, während die ersteren eine katadioptrische Einrichtung hatten.

Es bestehet aus fünf Ocularen und drei Objectiven. Von den Ocularen sind die drei schwächeren mit einem *Ramsden*'schen Collectivglase versehen; das vierte ist eine Doppellinse ohne Collectivglas, und das fünfte, einfach, ebenfalls ohne Collectivglas. Die drei Objective sind achromatisch und zum übereinander Schrauben, nach *Selligue's* Methode, eingerichtet.

Um das Instrument in eine horizontale Stellung zu bringen, befindet sich in dem Rohre am vorderen Ende ein Prisma, von welchem das durch den senkrecht stehenden Objectiv-Apparat entstehende vergröſserte Bild des Objectes rechtwinklich durch das Collectivglas auf die Blende reflectirt wird, um mit der Ocularlinse besehen zu werden. Diese Einrichtung mit dem Prisma hat keinen anderen Nutzen, als die horizontale Stellung zuzulassen, und kann die Schärfe des Bildes nur vermin-

dern, aber nicht vermehren. Um das bei dieser Stellung des Instrumentes lästig werdende, in das Auge fallende Tages- oder Lampenlicht abzuhalten, wird eine, 4'' im Durchmesser haltende, schwarze Scheibe von Pappe vor das Ocular gesteckt.

Von den drei Objectiven können die zwei schwächeren auch einzeln oder in Verbindung gebraucht werden, besonders für opake Objecte. Doch mufs der Objectivlinse Nro. 1 die vorhandene Blende vorgeschraubt werden, um mehr Schärfe am Rande des Sehefeldes zu erzielen. Diese Linse Nro. 1 gibt mit dem schwächsten Oculare schon eine Vergröfserung von 50 Mal linear, und die für Naturforscher oft sehr wünschenswerthen schwächeren Vergröfserungen von 18—20 Mal linear fehlen an diesem Instrumente. Die Objectivlinse Nro. 2 ist, einzeln gebraucht, nicht scharf, und die Linse Nro. 3 gar nicht zu benützen, eben so wenig die Verbindung von 2 mit 3. Die Vergröfserungen derselben sind daher auch vom Hrn. Prof. *Amici* nicht angegeben worden. Selbst die durch die Verbindung der Linsen 1 und 2 hervorgebrachten Bilder sind nicht von ausgezeichneter Schärfe. Dagegen ist aber die Verbindung aller drei Objectivlinsen von hoher Vollkommenheit, und gibt mit den Ocularen I., II., III., also bei Vergröfserungen von 133 bis 300 Mal linear, unübertrefflich scharfe Bilder. Die Vergröfserung mit dem Ocular IV. von 600 Mal linear ist schon weniger scharf; jene mit dem Ocular V. von 1700 Mal linear aber schon so undeutlich und dunkel, dafs man sie wohl für den Naturforscher als unbrauchbar und überflüssig erklären mufs. Denn, als optischer Versuch, wenn es nämlich blofs auf Vergröfserung, ohne Rücksicht auf Schärfe, ankommt, leistet doch das Sonnenmikroskop mit achromatischen Linsen weit Besseres.

Die von dem Hrn. Prof. *Amici* selbst angegebenen Vergröſserungen sind, nach einer Messung mit seiner *Camera lucida*, bei der ungewöhnlichen Sehweite von 13″ 11‴ Paris. M., also mehr als 14′ Wien. M., nämlich der zufälligen Höhe des Mikroskopes vom Tische, angegeben. Sie fallen daher sehr hoch aus, und um sie mit unseren hiesigen Instrumenten zu vergleichen, sind die Vergröſserungen neuerdings mit dem *Sömmering*'schen Spiegelchen bei einer Sehweite von 8″ W. M. oder 0,21 Meter, nach meiner Methode, sorgfältig bestimmt und folgender Maſsen gefunden worden:

| Objectiv. | Ocular. | Vergröſserung. | |
|---|---|---|---|
| | | Linear. | Fläche. |
| 1 | I. | 50 | 2500 |
| — | II. | 90 | 8100 |
| 1 + 2 | I. | 120 | 14400 |
| — | II. | 160 | 25600 |
| — | III. | 200 | 40000 |
| 1 + 2 + 3 | I. | 133 | 17689 |
| — | II. | 250 | 62500 |
| — | III. | 300 | 90000 |
| — | IV. | 600 | 360000 |
| — | V. | 1700 | 2890000 |

Zur Beleuchtung durchsichtiger Objecte ist ein gewöhnlicher gläserner, concaver Reflectionsspiegel von bedeutenderer Gröſse, bei 4″ im Durchmesser, vorhanden. Auſserdem eine bewegliche conische Blende mit mehreren runden Öffnungen von verschiedener Gröſse, welche überdieſs nach Willkür noch mit einem mattgeschliffenen Glase geschlossen werden können. Sie dienen, um das von dem groſsen Spiegel reflectirte zu grelle Licht nach Befinden zu mildern. Auch ist zu demselben Zwecke noch besonders eine mattgeschliffene Glas-

tafel vorhanden, um solche unter das Object auf dem Objecttische zu schieben. Viele und vielerlei Versuche haben von dem Nutzen dieser Einrichtung keine Überzeugung verschafft, den einzigen Fall ausgenommen, wenn eine *Camera lucida* angewendet wird. Ein gutes Mikroskop gibt bei mäſsiger Beleuchtung durch einen 1 $^1/_2$'' höchstens 2 $^1/_2$'' im Durchmesser haltenden Spiegel deutliche scharfe helle Bilder, und bedarf einerseits weder directes Sonnenlicht und groſse *Argand*'sche Lampen, noch andererseits wieder Blenden, um das zu grelle Licht zu dämpfen, und die schon bei den älteren englischen Mikroskopen üblich gewesenen conischen Blenden sind deſswegen wieder vergessen, und auch von *Fraunhofer* nie mehr angewendet worden. Man kann ja, in gewissen Fällen, z. B. bei Besichtigung von Glasmikrometern, das Licht durch schiefe Stellungen des Spiegels hinlänglich modificiren.

Um opake Objecte zu besehen, können bei diesem Mikroskope, wie bei allen, schon wegen der Beschaffenheit dieser Objecte selbst, nur die schwächeren Vergröſserungen, nämlich nur die Objectivlinse Nro. 1 und ihre Verbindung mit Nro. 2 mit den drei ersteren Ocularen angewendet werden, und hiezu ist eine halbconvexe Beleuchtungslinse an dem vorderen Ende des Rohres angebracht, deren Mechanismus und Wirkung nicht bequem und empfehlenswerth ist, und in beider Hinsicht den von Hrn. *Plöſsl* gewählten Beleuchtungs-Apparaten, besonders dem *Selligue*'schen sphärischen Prisma, weit nachstehet. Diese Unvollkommenheit scheint Hrn. Prof. *Amici* auch veranlaſst zu haben, die zweite ältere Einrichtung mit dem *Lieberkühn*'schen Spiegel beizufügen, die aber, so zweckmäſsig sie auch bei einfachen ist, bei stärkeren Vergröſserungen zusammengesetzter Mikroskope manche Schwierigkeiten darbietet. Für diese

Art von Beleuchtung wird ein eigener, sehr zweckmässiger Objectträger aus einer Glastafel mit aufgekittetem kleinen schwarzen Glascylinder erforderlich, und ist auch vorhanden.

Unter die vorzüglichen, sinnreichen Apparate bei Hrn. Prof. *Amici's* Mikroskopen gehören bekanntlich seine *Camerae lucidae*, zum Zeichnen der mikroskopischen Objecte. Davon sind auch zwei diesem neuesten Mikroskope beigefügt, aber ohne eine neue Veränderung.

Die mechanische Arbeit an diesem Instrumente beweiset die bedeutenden Fortschritte, welche man in diesem Kunstfache in der letzteren Zeit auch in Modena gemacht hat, wenn sie gleich dem, was man nunmehr bei uns zu leisten im Stande ist, noch weit nachstehet. Der dabei angebrachte Mefsapparat mit Mikrometerschrauben dient besonders als Belege des Gesagten.

Noch verdienen die beigegebenen Probeobjecte einer sehr rühmlichen Erwähnung; denn wir haben hier zuerst *trocken aufbewahrte*, ausnehmend schöne Präparate von Schraubengängen, Treppenwegen und Saftröhren von Pflanzen kennen gelernt, aber auch erfolgreich nachgeahmt. Auch lernten wir in den durchsichtigen Schuppen aus dem Flügelstaube der sogenannten Bläulinge, *Papilio Argus*, *Argiolus*, *Alexis* etc. ein inländisches Probeobject kennen, welches, wenn es gleich den bisher von dem surinamischen *P. Menelaus* und den brasilischen *P. Anaxibia* und *Adonis* genommenen Schuppen an Zierlichkeit nachstehet, es dagegen an Feinheit weit übertrifft, und auch als opaker Gegenstand den höchsten Probestein eines Mikroskopes abgibt. Diese Probeobjecte sind zwischen sehr dünnen Glastafeln befestiget, und der Achromatismus der Objectivlinsen auf die durch die Dicke der Glastafeln bewirkte Aberration berechnet. Daher müssen aber alle kleinen Objecte, die

der Naturforscher mit diesem Mikroskope untersuchen will, zwischen solchen Glastafeln, deren zu diesem Behufe drei Paare vorhanden sind, beobachtet werden, wenn die höchste Schärfe erreicht werden soll, was aber doch nicht immer ausführbar ist. Hr. *Plöſsl* richtet seine Objectivlinsen in dieser Hinsicht auf unbedeckte und blosliegende Objecte ein, und läſst sich lieber die kleine Unvollkommenheit bei den eingeschlossenen Probeobjecten gefallen *).

Der wohlthätige Einfluſs, den die groſsmüthige Herbeischaffung dieses kostbaren, vortrefflichen Instrumentes, und dessen gnädigste Überlassung zu genaueren Untersuchungen und Vergleichungen, nicht nur zur Erweiterung unserer Kenntnisse überhaupt, sondern noch besonders auf die inländische Verfertigung dieser, dem Naturforscher so unentbehrlichen Werkzeuge gehabt hat, ist dem durchlauchtigsten Beschützer und erhabenen Kenner der Naturwissenschaften, Sr. kaiserl. Hoheit Erzherzog *Ludwig*, nie genug mit dem ehrfurchtvollsten, innigsten Danke zu erkennen. Hr. *Plöſsl* überzeugte sich sogleich selbst, bei der ersten Besichtigung, daſs seine Mikroskope, bei höheren Vergröſserungen von 300 Mal und darüber, an Schärfe bedeutend zurückblieben; erkannte aber bei seiner scharfsinnigen Übung sogleich auch die Ursache und zugleich die Wege, welche der hochberühmte Meister eingeschlagen hat, seinen Zweck zu erreichen. Er fand darin die Bestätigung einer schon

*) Die (Bd. VI., Heft 1, d. Zeitschr.) gegebene Abbildung des, dem Hrn. Geheimerrath von *Sömmering* gehörigen, *Amici*'schen Mikroskopes stimmt ganz genau mit dem hier beschriebenen überein, nur hat es noch eine schwächere Objectivlinse von beiläufig 25maliger Vergröſserung, dann sind die zwei vorletzten Linsen stärker, die letzte aber schwächer.

früher von ihm selbst gemachten Erfahrung, daſs nämlich mehrere Linsen, wovon jede, einzeln gebraucht, die höchste Schärfe zeigt, zusammengefügt kein höchstes Resultat liefern, und umgekehrt; daſs man daher darauf Verzicht leisten müsse, eine Linsenreihe zu erzielen, wovon jede einzeln, und zugleich jede Zusammensetzung derselben vollkommen sey. Rastlos beschäftigte er sich durch viele Wochen ausschlieſsend mit der Aufgabe, nicht nur diese höchste Vollkommenheit auch bei seiner stärkeren Vergröſserung zu erreichen, sondern solche auch auf die von Hrn. Prof. *Amici* weniger berücksichtigten schwächeren Vergröſserungen zu verbreiten. Und es gelang ihm auch in solchem Grade, daſs seine neuesten seitdem fertig gewordenen Mikroskope nicht nur in den stärksten Vergröſserungen bis 500 Mal linear den *Amici*'schen nicht mehr nachstehen, sondern auch durch eigene, abgesonderte Linsenverbindungen die niederen Vergröſserungen mit einer Schärfe geben, die nichts zu wünschen übrig läſst. Diese Vorzüge sind auch im Auslande schon ehrenvoll anerkannt worden *), und auſser dem groſsen Hülfsmittel, das die Vollkommenheit dieser Mikroskope für so viele wissenschaftliche Forschungen darbietet, ist dadurch noch die Nationsehre, der Ruhm unserer wissenschaftlichen Vervollkommnung und hohen technischen Kunstfertigkeit neuerdings befestiget und verbreitet worden.

---

*) Nach Herrn Prof. *Munke's* Versicherung hat das, während der in Heidelberg abgehaltenen Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte, mit mehreren anderen Instrumenten der vorzüglichsten Künstler Europa's verglichene, für die Universität daselbst von Hrn. *Plöſsl* verfertigte Mikroskop den Preis erhalten.

## II.

# Beitrag zur Geschichte der Luftsteine aus morgenländischen Schriftstellern;

vom

Herrn Hofrath v. *Hammer.*

Die Geschichten der Morgenländer haben von jeher ausserordentliche Erscheinungen des Luftkreises aufmerksamer verzeichnet, als die Geschichtschreiber des classischen Alterthums, und je mehr die Geschichten der Araber, Perser und Türken durchforscht werden, desto mehr findet man Beiträge zur Geschichte der Ärolithen. An die früher in den Fundgruben des Orients gegebene, und bereits in der Geschichte der Ärolithen des Hrn. Directors von *Schreibers* aufgenommene Erzählung gefallener Luftsteine, reihen sich die folgenden drei an:

Im Jahre der Hidschret 242 (856 nach Christi Geburt) fielen in Ägypten Steine vom Gewichte von 10 Batmanen (der Batman hat 13 1/2 Pfund, d. i. von 135 Pf.). So findet sich diese Begebenheit in der Universalgeschichte *Rausatul-ebrar*, d. i. der Garten der Gerechten des Mufti *Tschelebisade Asis Efendi*, unter obgesagtem Jahre zugleich mit einem Bergsturze aufgezeichnet. In der türkischen Geschichte *Riswanpaschasades* (in dem unter den Quellen der osmanischen Geschichte im I. Bande unter Nro. 25 aufgeführten Exemplare B. 73) wird unter der Aufschrift: »*seltsame Begebenheiten*,« gleich nach dem Tode des Imams *Hanbel* im J. 241 (855) dieselbe Begebenheit folgender Massen erzählt: »Es zeigte sich »am Himmel ein so ausserordentliches Feuer, dass die »Leute glaubten, die Gestirne seyen zerrüttet, und der

»jüngste Tag sey gekommen. In dem Dorfe Suraenam »regnete es Steine von 134 Drachmen *); in Jemen be»wegte sich ein Berg von seiner Stelle, und begegnete »einem anderen Berge; ein weifser Vogel, in der Gröfse »eines Adlers, schrie vernehmlich von dem Saume ei»nes Berges: *Versammelte Völker fürchtet Gott;* so »schrie er vierzig Tage lang, sonst aber sagte er Nichts; »hierauf folgte grofses Erdbeben, die Quellen der Kaba »trockneten aus.«

Des Falles eines ungemein grofsen Ärolithen ums Jahr 1440, in welchem *Ibn Batuta* in Kleinasien reiste, erwähnt derselbe in seiner Reisebeschreibung, deren Auszug das erste der von dem Ausschusse der asiatischen Gesellschaft zu London zur Übersetzung orientalischer Handschriften herausgegebenen Werke **). In demselben heifst es: Der König fragte mich, hast du je einen Stein gesehen, der vom Himmel fiel. Ich antwortete nein. Ein solcher Stein, fuhr er fort, ist in der Nachbarschaft dieser Stadt Birki (Birje) gefallen. Er befahl dann einigen Männern, den Stein zu bringen, was sie thaten. Es war eine feste, über die Mafsen harte und schimmernde Substanz. Diese Masse wog ein Talent (112 oder 120 Pf). Er liefs dann einige Steinmetzen kommen; vier derselben erschienen, und er befahl ihnen darauf, den Stein zu schlagen. Sie führten mit einem eisernen Hammer mehrere Streiche, die nicht den geringsten Eindruck zurückliefsen. Ich war darüber sehr erstaunt; der König befahl dann den Stein auf die Seite zu räumen.

---

*) Sollen die beiden Angaben des Gewichtes in Übereinstimmung gebracht werden, so mufs der Batman nicht, wie in *Meninski* steht, 13½ Pfund, sondern 13½ Drachmen enthalten.

**) *The travers of Ibn Batuta by Lee* 1829, *p.* 72.

Merkwürdiger als diese beiden Vorfälle ist der im Reichsgeschichtschreiber *Ssubhi* (gedruckt zu Constantinopel im Jahre 1783), B. 183, folgender Maſsen umständlich erzählte Fall zweier Luftsteine, welcher von dem Reichsgeschichtschreiber mit dem fast gleichzeitigen Tode *Carls VI.* (20. Oct. 1740) und der russischen Kaiserin (28. Oct.) in Verbindung gesetzt wird.

### Vorfall himmlischer Zeichen in der Gerichtsbarkeit Hesargrad (Rasgrad).

Am 4. Schaaban 1153 (25. October 1740) war in dem Marktflecken Hesargrad, welcher in Rumili nicht ferne von der Donau liegt, die Luft heiter und rein, und von Wolken und Wind keine Spur, als auf einmal durch Gottes Weisheit zu Mittag sich gählings ein Wirbelwind erhob, der die Luft mit Wolken und Regen schwärzte, und den hellen Tag in finstere Nacht verkehrte, so daſs alle Menschen, ob dieser fürchterlichen Beschaffenheit mit Furcht und Schrecken ergriffen, so schnell als möglich aus dem Felde in ihre Häuser flüchteten. Zur selben Zeit folgten drei Donnerschläge, einer auf den andern, als wären Kanonen, mit einigen Centnern Pulver geladen, abgefeuert worden. Von der Heftigkeit des Schalles zitterten die Erde und die Himmel, und Menschen und Thiere warfen sich besinnungslos in den Staub. Eine Zeit lang blieben dieselben so mit stummem Munde, und einer von dem anderen ohne Kunde; als aber hernach sie sich zu erholen und nachzufragen anfingen, wo denn der Blitz gefallen sey, erfuhr man, daſs einer dieser Streiche in dem Garten des Meierhofes hart am Flecken, der zweite im Felde, der dritte nördlich gesehen worden, und daſs, wiewohl weder Menschen noch Vieh sonst einiger Schaden geschehen, doch ein Mann durch sieben bis acht Tage taub

und stumm geblieben. Da dieses von mehreren Augenzeugen bestätiget worden, erstattete der Richter hierüber einen von allen Einwohnern unterschriebenen Bericht an die Pforte, und legte seinem Berichte zur Bewährung desselben zwei schwere steinähnliche, bei dieser Gelegenheit gefallene Körper bei, welche, in Gegenwart des Grofswesirs gewogen, der eine 19 Okka ($42\,^3/_4$ Pfund), der andere 2 Okka ($4\,^1/_2$ Pfund) schwer, ein Mittelding von Stein und Eisen waren. Diese beiden schweren Körper wurden von Sr. Erlaucht dem Grofswesir mit einem diese wunderbare Begebenheit erzählenden Vortrage an den kais. Steigbügel gesandt. Es wurde hieraus auf die Allmacht Gottes des Allerhöchsten, der über allen Zweifel und Wahn erhaben, geschlossen, und nachdem dieser Vorfall unter den Leuten eine Zeit lang besprochen worden, legte sich das Gespräch mit den Bemerkungen: »*dafs Gott thue, was er will* *),« mit der Anwendung des türkischen Verses: »*Er hat es abgeschnitten, hadre nicht,*« und des arabischen Spruches: »*Der Degen wird nicht um das gefragt, was er gethan;*« allein die Sternkundigen und andere Erfahrene folgerten daraus, dafs das Unglücksgestirn eines westlichen und nördlichen Herrschers in den Knoten des Verderbens gefallen, und dafs der nutzlose Körper derselben dem Geleite der Töchter des Sarges (der im Viereck stehenden Sterne des grofsen Bären) im rothen Meere des Verderbens untergangen sey. Dieser Folgerungsbeweis ist in mehreren astronomischen Büchern aus einander gesetzt, und widerstreitet auch sonst keineswegs dem höchsten Willen des alleinigen Gottes, sondern es ist vielmehr aufser allem Zweifel, dafs diese Zeichen nur Vorbedeutung gröfserer, durch den Willen des

---

*) *Jefaalallaha ma jeschae,* Korans - Vers.

Schöpfers beschlossener Begebenheiten sind, wodurch Gott der Allmächtige die Menschen ermahnt. Gott weifs am besten die Wahrheit der Geschäfte und der Zustände.

Auf demselben Blatte folgt dann unter dem Titel: *Ankunft der Nachricht des Todes des deutschen Kaisers und der russischen Kaiserin*, die hier angedeutete Vorbedeutung der beiden grofsen Luftsteine, welche fünf Tage nach dem Tode Kaiser *Carls*, drei Tage vor dem Tode der Kaiserin *Anna* fielen.

## III.

## Physikalisch - geognostische Bemerkungen, gesammelt bei der Besteigung des Grofs-Glockners;

von

*Anton Schrötter*,

Adjuncten und Supplenten beim physikalisch - mathematischen Lehrfache an der Wiener Universität.

Auf einer Fufsreise, welche ich in den Monaten August und September des Jahres 1829 nach einigen Gegenden unserer herrlichen Alpen unternahm, wurde ich zu wissenschaftlichen Untersuchungen veranlafst, und es boten sich mir manche der Aufmerksamkeit nicht unwerthe Gegenstände dar, welche ich, so wie es meine beschränkten Zeitverhältnisse und die Tendenz dieser Blätter gestatten, hier mittheile.

### Besteigung des Glockners.

In Gesellschaft der Herren *Franz von Rosthorn* und *Arnold Fscher von der Linth* aus Zürich kam ich am

3. September Abends um 7 Uhr in *Heiligenblut* an. Wir hatten uns vorgenommen, die Ersteigung des *Grofs-Glockners* wenigstens zu versuchen; denn in der That war nur wenig Hoffnung für das Gelingen vorhanden, da das Wetter in diesem Herbste für derlei Unternehmungen sich keineswegs günstig zeigte. Bei unserer Ankunft in Heiligenblut war der Himmel stark mit Haufenwolken bedeckt, und dichter Nebel entzog uns die umgebenden Berge. Doch schien uns der starke Nordwind (hier Tauernwind genannt) zu begünstigen, der seit mehreren Stunden wehte; auch hatte die schlechte Witterung schon so lange angehalten, dafs man auf eine bessere beinahe sicher rechnen konnte.

Den 4ten um 7 Uhr früh hatten wir wirklich die grofse Freude, die Spitze des Glockners, so rein, wie sie selten erscheint, zu erblicken.

Ein frischer Nordost erhob sich, am Firmamente zeigte sich kein Wölkchen, das Barometer war um 2,5 W. L. gestiegen, die Feuchtigkeitsmenge der Luft hatte (nach *August's* Psychrometer) abgenommen.

Durch alle diese günstigen Anzeichen, so wie durch den Anblick der herrlichen Umgebung in die heiterste Stimmung versetzt, eilten wir, die nöthigen Anstalten zur Ersteigung zu treffen. Die Gefälligkeit unseres braven Wirthes — *Anton Pichler* — kam uns hierbei ganz besonders zu Statten. Man ist überhaupt bei demselben ganz gut aufgehoben, und findet sogar mehr, als man billig an einem Orte, wie Heiligenblut, welchem auch das Geringfügigste mühsam zugeführt werden mufs, zu erwarten berechtiget ist. Zu Führern hatten wir *Brandstätter*, *Lachner*, *Unterkirchner* und *Schuller* gewählt, sämmtlich brave, willige und muthige Leute, auf die man sich vollkommen verlassen kann. Leiter der ganzen Expedition war *Brandstätter*. Mit Alpenstöcken,

Steigeisen, Stricken, Schneehauen und Lebensmitteln waren wir hinreichend versehen. Die physikalischen Instrumente, welche ich mitnahm, verdienen kaum einer Erwähnung: zwei empfindliche Thermometer, unmittelbar auf Glas getheilt, von welchen einer als Psychrometer verwendet wurde; ferner ein Heberbarometer, das ich mir in Klagenfurt in gröfster Eile selbst verfertigt hatte (denn mein früheres war durch die Ungeschicklichkeit eines Trägers zerbrochen), war zwar gut ausgekocht, aber ohne Scala, und daher nur zu relativen Bestimmungen tauglich; endlich ein vortreffliches *Plöfsl*'sches Fernrohr von 14 Linien Öffnung und ein *Baumgartner*'sches Instrument zur Entdeckung des polarisirten Lichtes, darin bestand leider mein ganzer Apparat.

Wir wanderten auf dem bekannten, von *Schultes* in seiner »*Reise auf den Glockner*« so genau beschriebenen Wege dem *Gösnitzfall* vorüber bis zur *Leiterbrücke*, die am Eingange eines romantischen, von der brausenden *Leiter* durchströmten Thales — des *Leitnerthales* — liegt. Dieser Waldbach stürzt sich hier ins Möllthal hinab, und bildet dadurch den grofsartigen *Leiterfall*. Man überschreitet die morsche Brücke, und wendet sich links ins Leiterthal, wo man an der westlichen Wand desselben den *Katzensteig* betritt, der ganz seinem Namen entspricht, da man an schmalen hervorspringenden Steinplatten, die oft kaum für einen Fufs Raum lassen, fortklimmt, und nicht selten fast senkrecht auf den schäumenden Bach sieht. Dieser Weg ist nur für solche, die dem Schwindel unterliegen, gefährlich, sonst aber, da man überall sicheren Fufs fassen kann, ganz ohne Gefahr. Die Leiter fliefst hier gröfstentheils unter Wölbungen alten Schnees fort. Die Formen dieser, so wie aller übrigen natürlichen Schnee-

wölbungen fielen mir schon öfter auf, sie geben einen interessanten Beleg für das Zusammentreffen des durch Rechnung Gefundenen mit dem von der Natur Hervorgebrachten, da die Formen der Bögen und Pfeiler (freilich aus begreiflichen Gründen) ganz so sind, wie sie die Mechanik bestimmt, um die gröfstmögliche Dauer mit gleicher Festigkeit zu verbinden.

Das Thal wird nun immer öder, da die Vegetation immer mehr abnimmt, und Steingerölle die mühsam hervorkeimenden Pflanzen verdrängt. Bei den *steinernen Hütten*, dem letzten von einem Viehhirten (Halter) während des Sommers bewohnten Orte, befindet man sich an der obern Grenze der Krummholzvegetation.

Um sieben Uhr, also nach sechs Stunden — öfteres Rasten mit eingerechnet — standen wir bei der *Salmshütte*, dem Ziele unserer heutigen Wanderung. Die Spitze des Glockners erglänzte im schönsten Abendrothe, doch dauerte dieser herrliche Anblick leider nicht lange, denn bald umzogen leichte Nebel dieselbe.

Die unmittelbar an der Moraine des Gletschers ursprünglich aus Holz erbaute Salmshütte wurde neuerlich, da sie bereits verfallen war, durch zwei steinerne ersetzt, welche ein recht bequemes Nachtlager gewähren. Wir konnten nicht genug dem edlen Fürsten danken, der so väterlich für Glocknerbesteiger gesorgt hatte, so wie den Behörden, die, ganz in seinem Geiste handelnd, diese Sorge noch verdoppelten. Die eine dieser Hütten, in der sich ein Herd befindet, war bald so wohnlich eingerichtet, dafs das Innere derselben in lebhaftem Contraste mit der rauhen todten Natur aufser uns stand, aus der jede Spur des Organischen verschwunden war, und wo man ringsum nichts als Steingerölle, Schneefelder und Eismassen gewahr werden konnte. Das Holz der alten Salmshütte leistet, selbst nach dem Ver-

falle derselben, noch treffliche Dienste, da man es jetzt zur Feuerung nimmt, die hier sehr Noth thut.

Die Temperatur bei unserer Ankunft war + 1,5° *C*. Das Psychrometer stand auf + 0, 5°. In der Nacht fiel das Thermometer auf — 2, 5°.

Die Nacht war bis 2 Uhr herrlich. Die weifse Spitze des Glockners blieb bis zu dieser Stunde immer sichtbar. Der Mond war zwar schon um 8 ½ Uhr untergegangen, aber das Licht der Sterne und das eigenthümliche Schneelicht bewirkten zusammen eine ganz besondere Erleuchtung. Nach 2 Uhr hatte sich der Nordwind, der bisher wehte, in Ostwind umgesetzt; zugleich zeigten sich am südwestlichen Himmel schwache Haufenwolken.

Um 5 Uhr brachen wir auf. Der Himmel war gegen Nord und Ost rein, auch der Glockner war wieder frei von Nebeln. Das Thermometer und Psychrometer standen beide auf + 1° *C*. Das Barometer war um 0,3 Linien gefallen. Bald hatten wir die nicht unbedeutende Moraine des Gletschers überstiegen, und befanden uns, beiläufig 300 Fufs ober der Salmshütte, schon auf dem Gletscher selbst, als uns die Spitze des Glockners und eine auf dem *Bretterspitz*, mit uns etwa in derselben Horizontalebene liegende Wolke, ein sehr interessantes Farbenspiel darboten. Die Spitze des Glockners begann nämlich in dem schönsten Roth des prismatischen Farbenspectrums zu glänzen, während die Wolke noch als graue Masse vor uns lag. Nachdem nun die Farbe der Spitze nach und nach, und zwar von oben herab, aus Roth in Orange und Gelb übergegangen war, fingen erst die obern Theile der Wolke an, sich roth zu färben. Dieses Roth rückte nun immer tiefer herab: die Stellen der Wolke, die es verliefs, färbten sich Orange, welches eben so herab rückte, und dem Gelben Platz

machte; diesem folgte dann ein schwacher grüner und ein ähnlicher blauer Streif, der an seinem oberen Rande matt violet eingefaſst war. Der Gipfel des Glockners war während dieser Zeit durch ein sanftes Grün in ein lichtes Blau übergangen, das sich dann nicht weiter veränderte. Merkwürdig war noch, daſs man an der Wolke alle diese Färbungen eine kurze Zeit hindurch zugleich sehen konnte. Bald aber verschwand an derselben das Roth gänzlich, das Orange und Gelbe rückte an dessen Stelle, das Blaue und Violette folgte nach, und der obere Theil der Wolke, der eben von dem Violetten verlassen wurde, erschien weiſs; so ging es fort, bis alle Farben sich verloren hatten, und die ganze Wolke sich wieder weiſs, aber lichter als zuvor, darstellte. Derlei Beobachtungen könnten vielleicht, wenn sie öfter angestellt, und auf alle Nebenumstände gehörige Rücksicht genommen wird, über die Morgenröthe einige Aufklärung geben.

Nicht minder interessant als der Himmel war für mich der Boden, auf dem wir fortschritten. Der Gletscher ist überall von Spalten zerrissen, die den Übergang über denselben gefährlich machen, besonders wenn sie mit frischem Schnee bedeckt sind, der noch nicht trägt. Wir hatten beim Hinaufsteigen wenigstens das Glück, den Schnee so fest zu finden, daſs wir darüber, ohne einzubrechen, wegschreiten konnten. Einen besonders schönen Anblick gewährte jede Spalte so wie jede Vertiefung, die z. B. mit einem Alpenstocke in den Schnee gemacht wurde, durch das herrliche Blau, welches daraus hervorschimmerte. Um 7 Uhr kamen wir über die *Salmshöhe* bei der *Hohenwart* an. Bisher hatte die Neigung der Fläche an den steilsten Stellen 33 Grade betragen, und schwankte gröſstentheils zwischen 15° — 20°.

Ich mufs hier bemerken, dafs alle angegebenen Neigungen der Flächen nicht blofs geschätzt, sondern durch Herrn von *Rofshorn* mittelst der gewöhnlich am Compasse angebrachten Vorrichtung gemessen wurden. Der letzte Theil des Weges führte an der Grenze zwischen *Tirol* und *Kärnthen*, an einigen Orten über schmale Rücken fort, von welchen aus man nach beiden Ländern sehen kann. Hinter der Hohenwart hatten wir einige bedeutende Schneefelder, welche unter 38° geneigt waren, horizontal zu durchschneiden. Da hier überall der Schnee, wie die Führer versicherten, ungewöhnlich tief lag, so schien es uns nicht unmöglich, dafs eine dieser Schneemassen, über die wir wandern mufsten — da sie eigentlich nichts als schlagfertige Lavinen waren — sich ablösen, und uns nach Tirol hinabtragen könnte. Der Schnee war aber sehr fest, und wir sanken nur sehr wenig ein; darum schritten wir rasch vorwärts, und kamen um 7 3/4 Uhr an der *Adlersruhe* an, wo wir länger zu rasten beschlossen.

Die so gefährliche Wand, von welcher *Schultes* in dem oben angezeigten Werke, zweiter Theil, pag. 163 spricht, fanden wir, obwohl sie uns auf diesem Wege hätte vorkommen müssen, nicht. Sie ist also entweder eingestürzt, oder mit dem Eise des Gletschers überdeckt. Das erstere scheint mir wahrscheinlicher, da wir, um zu der von *Schultes* erwähnten Scharte zu gelangen, statt über eine Wand, blofs über steiles, aus dem Schnee hervorragendes Gerölle schreiten mufsten.

Auf diesem Wege war es bereits nöthig, das Gesicht mit Flor zu umhüllen, theils des zu starken Lichtreizes wegen, theils wegen der feinen Eisnadeln, die durch einzelne Windstöfse mit Heftigkeit herangetrieben, eine sehr schmerzliche Empfindung verursachten. Hier entfaltete sich die Aussicht immer mehr, und das

Auge konnte tiefer in die Eislabyrinthe der Gletscher eindringen. Obwohl alles, was einen hier umgibt, in eintöniges Weiſs gehüllt ist, das nur selten durch blaues, über den Schnee hervorragendes Eis unterbrochen wird, so bietet sich doch dem Auge eine ungemeine Mannigfaltigkeit der Formen dar, die mit der Höhe immer zunimmt. Besonders fiel mir die unbeschreiblich schöne, groſsartige Wellenform der Schneefelder bei vollkommen glatter Oberfläche derselben auf, während die an niederen Orten liegenden alten Schneemassen bekanntlich eine ganz unebene, der, eines in Wellenbewegung (und zwar in stehenden Schwingungen) befindlichen Teiches ähnliche Oberfläche haben. Die Ursache dieser merkwürdigen Erscheinung scheint mir in der ungleichen Erwärmung zu liegen, welche die Oberfläche der niedrig liegenden Schneefelder durch die Sonnenstrahlen erleidet. Durch den Wind wird nämlich Staub und Sand auf diese Schneefelder getragen, dieser erwärmt sich wegen des gröſseren Absorptionsvermögens für das Licht mehr, als der Schnee, auf dem er sich befindet, welcher dann unter den Staubtheilchen mehr schmilzt, sich wegen der dabei eintretenden Haarröhrchenwirkung mehr zusammenzieht, und auf diese Weise die oben angezeigten Vertiefungen bildet. Daſs der Wind unmittelbar diese Erscheinung nicht hervorbringen kann, beweiset der Umstand, daſs in groſsen Höhen trotz der Einwirkung desselben diese Erscheinung nicht Statt findet; im Gegentheile sieht man deutlich, daſs er dort ganz andere Formen veranlaſst. Als Belege für diese Ansicht dienen noch folgende Beobachtungen: Die erwähnte unebene Oberfläche wird nie rein weiſs, sondern immer schmutzig gefunden; je älter und schmutziger der Schnee ist, desto mehr und stärker zeigen sich diese Vertiefungen. In groſsen Höhen ist der Schnee

rein weifs, und die Oberfläche auch vollkommen glatt. Dagegen führt aber auch der Wind in diesen Höhen durchaus keinen Staub, sondern nur Eiskrystalle mit sich. Auf dem *Weifsenbacher-Kees*, das ich einige Tage später durchwanderte, findet man für das Gesagte auffallende Belege.

Die Farbe des Himmels wurde mit dem Weiterhinaufschreiten immer dunkler, blieb sich aber nicht gleich. Die Adlersruhe war der letzte Punct, an welchem wir etwas von dem Gebirgsgesteine über den Schnee hervorragen sahen. Auch fanden wir hier noch die Spuren der ebenfalls vom Fürsten *Salm* erbauten steinernen Hütte. Es hat sie längst das von *Schultes* prophezeite Loos getroffen. Nach einer kleinen Viertelstunde brachen wir wieder von der Adlersruhe auf, theils aus Ungeduld, unser Ziel zu erreichen, theils der ungünstigen Witterungsanzeigen wegen, die eintraten.

Es zeigten sich nämlich im Zenith schwache Federwolken, der Wind kam jetzt aus Süd, die unter uns befindlichen Nebel wurden immer dichter, und drohten, uns die Aussicht ganz zu entziehen. Zugleich fing der Schnee an, immer weicher zu werden. Wir klimmten nun einen, nicht sehr breiten Rücken, der bald zur schmalen Schneide wurde, hinan; mit jedem Schritte wurde sie steiler. Die Neigung derselben betrug 35° bis 40°, das Steigen wurde daher bald ziemlich beschwerlich. Hier öffnen sich Aussichten nach Kärnthen, Tirol und Salzburg; gegen das erste Land ist der Schnee überhängend, und man sieht über ihn auf die grofse und kleine Pasterze hinab. Auf der Tirolerseite sind die Wände weniger steil, und man überblickt auch nach dieser Seite bedeutende Gletscher. Eine gute Stunde, die aber unglaublich schnell verstrich, da sowohl unser Geist als Körper hinlänglich beschäftiget war, stiegen

wir nicht ohne Anstrengung weiter; denn nach jeden 10—15 Schritten mufste angehalten werden, um wieder zu Athem zu kommen. Die Neigung der Schneide wurde immer gröfser, bis sie endlich 45° erreichte. Jede, auch die geringste Bürde, fing nun an lästig zu werden; wir liefsen daher alles Entbehrliche zurück, selbst mein Barometer mufste zurückbleiben, denn keiner der Führer, und noch weniger ich, wagten, es noch weiter fortzubringen. Da wir uns jetzt auch vor dem Ausgleiten und Fallen nicht mehr sicher glaubten, so bedienten wir uns eines 22 Klafter langen Seiles, das wir mitgenommen hatten, und zwar auf folgende Weise: Drei der Führer gingen voraus, und fafsten den Strick an einem Ende, während wir übrigen das andere Ende desselben festhielten. Nachdem jene drei so weit fortgegangen waren, dafs der Strick spannte, und sie sich einen sicheren Stand im Schnee ausgehauen hatten, so stiegen wir anderen, in die gemachten Stufen tretend, und das Seil festhaltend, nach, während die Vorausgegangenen es successive aufwärts zogen. Diese Operation wiederholten wir sieben Mal, und kamen so um 10 ¹/₄ Uhr glücklich auf der *ersten Spitze* des Glockners an. Besonders mühsam und auch gefahrvoll war der Weg in der letzten halben Stunde; das erste, weil die Neigung der Schneide bis auf 53° wuchs, das zweite, weil wir fast immer auf einer überhängenden Schneelehne — hier Schneelahn genannt — fortgingen, und das Hinabgleiten der Lavine wegen der grofsen Neigung der Flächen hier sehr zu besorgen war. Ich selbst stiefs mit meinem Alpenstocke, einen Schritt weit von der Stelle, auf der ich stand, durch den Schnee, und sah schaudernd durch das Loch in eine schwindelnde Tiefe auf den Pasterzengletscher hinab. Die Aussicht an dieser Spitze war über alle Beschreibung erhaben, obschon

wir uns bloſs von Bergspitzen umgeben sahen, da Wolken über den Thälern lagen: das *Wiſsbachhorn*, der *hohe Tenn*, das *Weiſsenbacher-Kees* lagen unter uns. Die beiden *Pasterzengletscher* übersieht man vollkommen. Die *Caravanca-Kette* schloſs gegen Süd den Horizont. Der *Terglou* ragte ausgezeichnet hervor. Ich will es nicht wagen, alle die Bergspitzen, die vorzüglich hervortraten, zu nennen, da wir uns nicht so lange aufhalten konnten, um die vortreffliche Generalquartiermeisterstabs-Karte gehörig benützen zu können. Die erste Spitze hat gar kein Plateau, sondern besteht bloſs aus einer sehr schmalen, beiläufig 20 Schritte langen horizontalen Schneide, welche von Flächen gebildet wird, die gegen Salzburg vertical sind, gegen Tirol eine Neigung von 68° haben. Wir befanden uns auf einem im Schnee ausgehauenen Steige, der so schmal war, daſs es unmöglich gewesen wäre, dem Vordermanne vorzutreten. Als Lehne diente uns die überhängende Schneelahn, auf welcher sich zum Theil auch der Steig befand. Unser Standpunct war ungefähr in derselben Höhe, als der Barometerkasten auf der zweiten Spitze, welcher nur zur Hälfte aus dem Schnee hervorragte. Diese beiden Spitzen sind in ihrer Höhe nicht bedeutend von einander verschieden, und durch eine sehr schmale tiefer liegende Schneide getrennt. Es wurde nun berathen, ob wir noch die zweite Spitze erklimmen sollten, oder nicht. Unserer gefahrdrohenden Stellung ungeachtet beschlossen wir denn, so weit als möglich vorzudringen, da das Umkehren so schmerzlich fällt, wenn man einmal so weit gekommen ist, und da wir uns noch wenig erschöpft fühlten. *Brandstätter* und *Schuller* gingen jetzt beiläufig zwanzig Schritte voraus, und riefen uns zu, ihnen zu folgen; doch fast in demselben Augenblicke brach der Schnee unter *Schuller* ein, und eine

nicht unbedeutende Masse davon stürzte mit Donnerähnlichem Getöse auf den Pasterzengletscher hinab. Obwohl *Schuller* den Strick im Schrecken fahren gelassen hatte, so hielt er sich doch auf eine wunderbare Weise im Schnee fest. *Brandstätter* half ihm vollends herauf. Wie erschüttert wir alle durch diesen Vorfall waren, läſst sich leicht denken. Wir sahen darin einen warnenden Wink der Vorsehung. Es wäre in der That Vermessenheit gewesen, unter diesen Umständen noch weiter vorwärts zu wollen. Der Schnee trug, wie wir eben gesehen hatten, nicht mehr die Last eines Einzigen, um wie viel weniger jene von sieben Menschen. Überdieſs wurde die überhängende Schneelehne gegen die Schneide hin immer breiter und dünner, daher aus doppelter Ursache gefährlicher. Auch gewahrten wir, wie der Schnee immer weicher, und damit die Wahrscheinlichkeit des Abgleitens einer Lavine immer gröſser ward. Endlich konnten wir nicht viel an der Aussicht verlieren, da die zweite Spitze bereits ganz in Nebel eingehüllt war. Wir hatten also Zeit, an unseren Rückzug zu denken, da die Nebel sich mehr und mehr ausbreiteten, und die Windstöſse immer heftiger wurden. Sobald sich daher *Schuller* wieder erholt hatte, schickten wir uns zum Rückwege an.

Wenn das Hinaufklimmen mühvoll war, so war das Hinabsteigen desto gefährlicher. Eine ganz begreifliche optische Täuschung lieſs den Weg noch viel gäher sich hinabsenken, als es wirklich der Fall war: die Abgründe zu beiden Seiten und vor uns, in welche wir jetzt sehen muſsten, machten das Ganze im höchsten Grade schwindelerregend. Nebstdem war der Schnee so locker geworden, daſs es schwer war, festen Fuſs zu fassen. Ohne Hülfe des Seiles wäre es unmöglich gewesen, hinab zu kommen. Wir benützten dasselbe jetzt auf

folgende Art: Einem von uns wurde der Strick um den Leib gebunden, dieser stieg voraus, in die alten Fuſsstapfen tretend und sich mit dem Alpenstocke festhaltend. War er an einem sichern Standpuncte angekommen, so band er sich los, das Seil wurde zurück hinaufgezogen, ein anderer umschlang sich damit, bis wir endlich alle auf diese Weise hinabgekommen waren. Wir fanden, daſs das Herabsteigen am leichtesten von Statten gehe, wenn man sich umgewendet hält, das Gesicht gegen die eben verlassenen Tritte gekehrt. Auf diese Weise kamen wir ohne weiteren Unfall an der Stelle an, wo wir das Barometer und die übrigen Reisegeräthe zurückgelassen hatten. Noch eine Strecke stiegen wir, jedoch ohne uns mehr des Seiles zu bedienen, abwärts, bis der Weg breiter wurde, wo wir uns dann niedersetzten, und mit ziemlicher Geschwindigkeit hinabrutschten; dabei hat man sich aber sorgfältig vor dem Abtragen in einen der Abgründe zu beiden Seiten zu hüten. Schnell und wohlbehalten sahen wir uns wieder bei der *Adlersruhe.* Als wir jetzt unsere vorigen Fuſsstapfen betreten wollten, entdeckten wir erst, über wie viele Spalten wir beim Hinaufsteigen, ohne sie zu ahnen, geschritten waren. Der Schnee war nämlich mittlerweile auch hier weicher geworden, und daher über den Spalten mehr eingesunken, als über dem festen Eise, wodurch eben jene erst kenntlich wurden. *Brandstätter*, der auch jetzt der erste war, führte uns so geschickt, und vermied alle Gefahren mit so viel Umsicht, daſs wir um 1 Uhr in der Salmshütte Kräfte für den Rest unseres Weges sammeln konnten. In 3 ½ Stunden waren wir wieder in Heiligenblut.

Für künftige Glocknerbesteiger bemerke ich noch, daſs ein Jahr, in welchem sehr viel Schnee fiel, für die Ersteigung nicht so günstig ist, als man gewöhnlich

glaubt. Man erspart zwar in diesem Falle den Gebrauch der Steigeisen, und braucht Niemanden voraus zu schicken, um den Weg auszuhauen, was geschehen muſs, wenn zu wenig Schnee auf dem Eise liegt; dafür kennt man aber die Gefahr in ihrem ganzen Umfange, während man bei vielem Schnee sich sicher glaubt, indem man in der gröſsten schwebt. Besonders gefährlich wird das Gehen auf der überhängenden Schneelahn, was bei vielem Schnee unvermeidlich ist. Welche Gefahren der Gletscher selbst in diesem Falle darbietet, ist bekannt.

Ich erwähne hier noch einiger geognostischer Bemerkungen, welche mir Herr von *Rosthorn* aus seinem Tagebuche mittheilte. Mangel an Zeit und das überaus schlechte Wetter hinderten uns, mehrere und genauere Beobachtungen anzustellen.

Die um *Heiligenblut* herrschende Gebirgsart ist Glimmerschiefer, welchen man am deutlichsten am *Möllfalle* sieht, wo er nach *hora* 15 — 130° südwestlich fällt, und einen Neigungswinkel von 25° gegen den Horizont hat.

Bei dem alten Thurme findet sich in bedeutenden Massen ein pistaziengrünes, im Bruche vom fein bis zum grobkörnigen wechselndes, oft ganz homogen aussehendes, oft mit Quarz und Kalk durchzogenes Gestein, welches man verschiedentlich benannte, z. B. Epidot, Backalit, etc. Es ist nichts anderes als eine theils gemengte, theils bloſs zusammengesetzte Varietät des *prismatoidischen Augitspathes.* Es findet sich dieses Mineral auch in einzelnen, vollkommen ausgebildeten Krystallen. Vom alten Thurme bis zur Möll hinab finden sich häufig Blöcke von diesem Gesteine. Weiter gegen den Gösnitzfall scheint dasselbe Gestein ebenfalls vorzukommen, und als Hügel mitten im Thale zu liegen, nur sind hier die Gemengtheile inniger mit einander verbunden, es ist

fester, härter, und kommt in schaligen Absonderungsstücken vor.

Beim *Gösnitzfalle* tritt wieder der Glimmerschiefer, der hier schon gneisartig wird, hervor; er enthält hier reine Glimmerplatten von einigen Zollen Oberfläche. Der Glimmerschiefer fällt hier nach *h.* 14 — 120⁰ südwestlich, mit einem Neigungswinkel von 24⁰, also fast eben so wie beim Möllfalle.

Weiter hinauf gegen die *Tropalpe* kommt man auf ein mächtiges Urkalklager.

Von dem *Katzensteig* an nach dem Leiterbache aufwärts kommt eine eigene Gattung Thonschiefer vor, der den Glockner zu construiren scheint, wenigstens gewiſs die südliche Abdachung desselben bildet. Dieser Thonschiefer ist vollkommen geschichtet, er steht dem Glimmerschiefer sehr nahe, und geht oft in denselben über; seine Farbe ist dunkelgrün, er ist rauh anzufühlen, und enthält parallel der schiefrigen Textur dunkle Glimmerplättchen; im Querbruche ist er uneben. Er fällt zwischen *h.* 13 — 20⁰ nach Südwest, mit einem Neigungswinkel von 40⁰.

Dieser dem Glimmerschiefer so nahe stehende Thonschiefer wechselt mit mächtigen untergeordneten Urkalklagern. Der Kalk, aus welchem diese Lager bestehen, ist von grüner Farbe, grobkörnig, dünnschiefrig, und enthält ebenfalls Glimmerplättchen, welche alle parallel der schiefrigen Textur liegen. Die Kalklagen fallen mit *h.* 13 — 15⁰ nach Südwest, mit einer Neigung von 30⁰, also fast parallel dem vorerwähnten Thonschiefer.

Um die Salmshütte ist alles anstehende Gestein dieser Kalk, der vermöge seiner dunkelgrünen Farbe leicht mit dem herrschenden Thonschiefer verwechselt werden könnte. Die Moraine des Gletschers an der Salms-

hütte enthält meistens nur Thonschiefer, fast keinen Kalk.

In der Gegend von Heiligenblut, den Glockner mit begriffen, bemerkt man ein Generalstreichen der Gebirgsgesteine von Südost nach Nordwest. Der Neigungswinkel gegen den Horizont beträgt 30 — 45° mit einem Fallen nach Südwest.

Granit findet sich um Heiligenblut weder anstehend noch in Blöcken. Er erscheint erst in gröſseren und kleineren Blöcken in der Möll zwischen *Döllach* und *Pokhorn.*

## IV.

## Flammenausbrüche auf den Gebirgen von Hayti;

mitgetheilt von

Dr. *Johann Lhotsky.*

Im Norden der Stadt Gonaïves auf Hayti erstreckt sich ein Gebirgszug fast einen Breitengrad westlich bis Cap a foux, welcher als das Gerippe dieser ganzen, vom Haupttheil der Insel weit vorragenden Erdzunge zu betrachten ist. Eine Stunde im Westen obgenannter Stadt fängt dieser Gebirgszug mit einem leisen Abhange an, welchen Charakter er bis nach Port a Piment, und so weit man an dem Gestade des Meeres hinsehen kann, beibehält; jedoch im Norden von Gonaïves bietet er meistens senkrecht abgerissene Felsen dar. Die Höhe dieses Kalkgebirges, mag die Höhe des Anningers bei Wien (also ungefähr 800′) erreichen. Es ist ganz kahl und klippig anzusehen, und nur an seinem untern Theile mit sparsamen Gestrippe und Fettflanzen *(Acacia,*

*Laurus, Agave, etc.)* bewachsen, an seinem höhern durch steile, mit zahllosem Geschiebe bedeckte Abhänge zerrissen.

Es war in der trockenen Jahreszeit, als der k. k. Gärtner Hr. *Carl Ritter* auf seiner Reise in Hayti in dieser Gegend ankam, wo die tropische Sonne den ganzen Tag diese nackten Felsen durchglühte. Nachdem er einige Zeit dort verweilt hatte, bemerkte er am 16. Febr. 1821 folgende sonderbare Erscheinung. Gegen 3 Uhr Nachmittags erblickte man auf dem Kamme dieses Gebirges ein Rauchen und Dampfen, welches anfangs sich an ungefähr zehn, von einander abgesonderten Stellen zeigte, und gerade in die Luft ging. Als aber die heitere (obgleich mondlose), und daher zur Beobachtung ganz vortheilhafte Nacht hereinbrach, wurde dieses Schauspiel ungemein majestätisch; denn es erschienen nun statt des Dampfes und Rauches eine groſse Menge Feuer, welche von der Gröſse einer Fackelflamme bis zu der einiger Klafter, bald auf der Erde dahinliefen, bald verlöschten und bald wieder erschienen, und eine gelbliche, rothe und röthliche Farbe darboten. Bis 3 Uhr früh, wie lange Hr. *Ritter* die Erscheinung beobachtete, blieb sie sich im Ganzen fast gleich.

Die Neger setzten sich vor ihre Häuser, und sahen diesem Schauspiele mit Vergnügen, aber nicht mit Verwunderung zu. Von Hrn. *Ritter* darüber befragt, sagten sie: »Diese Feuer würden manche Jahre, jedoch »nur ein Mal, und zwar in der trockensten Jahrszeit »beobachtet, und sie wären der Meinung, daſs die in »der Regenperiode gewachsenen Pflanzen jetzt vor Dürre »verbrennen.« Hr. *Ritter* war nun auſserordentlich begierig, die Ursache dieser Erscheinung an Ort und Stelle zu beobachten. Es geht zwar am Gestade des Meeres (eben wo dieses Gebirge, wie gesagt, einen etwas sanf-

tern Abhang darbietet) ein Pfad von Gonaïves bis an den Fuſs dieses Gebirges, Hr. *Ritter* hätte aber hier unter den Kanonen eines Forts vorbei müssen, welches zu jener Zeit, wo er in Gefahr war, wegen Abschneidung einiger Akazienreiser erschossen zu werden, nicht rathsam befunden wurde. Er wollte zur See, an einen von dem Fort entfernten Punct des Gestades, hinüber fahren, aber dazu war auch kein Neger zu bewegen. So entschloſs er sich denn, am nächsten Morgen ein Pferd zu miethen, um dieses Gebirge, wo möglich, an seiner östlichen Seite zu flankiren. Doch konnte er, am Fuſse der Gebirge angelangt, wegen dem sich immer mehrenden Gewirre von Saftpflanzen, in eine Menge von engen Felsenrissen und Thälern verfangen, nicht mehr als etwa ein Vierttheil der ganzen Gebirgshöhe erreichen. Weder eine gröſsere Hitze noch irgend ein Geruch wurde bemerkt, nur sah Hr. *Ritter* sehr häufig eine Grasart, die, in zahlreichen Büscheln gestellt, mit ihren dicken und grobfasrigen Blättern wohl *eine* der Ursachen dieser Feuer seyn könnte.

Den besten Aufschluſs über diese Erscheinung glaubten wir in den Andeutungen zu finden, die *v. Leonhard* in seinem neuesten vortrefflichen Werke: »*Agenda geognostica, p.* 193,« über diesen Gegenstand gegeben hat. Wir halten diese Erscheinung demnach für die Wirkung gasartiger Ausbrüche, jedoch müssen wir einen dort befindlichen Druck- oder Schreibfehler dahin berichtigen, daſs solche Feuerausbrüche nur die Wirkung des phosphorigen, nicht aber des einfachen oder gekohlten Wasserstoffgases seyn können, da sich bekanntlich nur das erstere in Berührung mit der atmosphärischen Luft selbst entzündet. Warum aber diese Ausbrüche nur in der trockensten Jahrszeit Statt finden, warum sie auch da nur manchmal beobachtet werden, welchen Einfluſs

endlich die vertrocknete Vegetation auf diese Erscheinung ausübt — dieſs sind Fragen, welche bei der grossen Ödigkeit und Unbewohntheit dieser Gegend *), bei der groſsen Schwierigkeit, unter diesem Clima hohe und mit Gerölle bedeckte Felsen zu erklimmen, endlich bei dem wenigen Interesse der Eingebornen für solche Gegenstände — noch lange unbeantwortet bleiben dürften. Denn die Neger versicherten Hrn. *Ritter*, diese Felsen seyen wahrscheinlich noch nie von einem menschlichen Wesen erstiegen worden.

## V.

## Über die Bestimmung der Genauigkeit der Beobachtungen;

von

Dr. *C. Fr. Hauber.*

Das Vorzüglichste, was wir über diesen in der Anwendung der Mathematik auf die Naturwissenschaften höchst wichtigen Gegenstand haben, ist ohne Zweifel das, was *Gauſs* in dem Aufsatze über die Bestimmung der Genauigkeit der Beobachtungen in der Zeitschrift für Astronomie und verwandte Wissenschaften, Band I., Nro. XII., und an mehreren Stellen der *Theoria combinationis observationum erroribus minimis obnoxiae* gegeben hat. In dieser neueren Schrift hat aber *Gauſs* die Sache auf eine ganz andere Art behandelt, als in jenem früheren Aufsatze, und doch möchte auch die ältere Be-

*) Nach der trefflichen Karte von St. Domingo des Generals *Pamphile Lacroix*, ist keine Gegend der Insel so völlig entblöſst an Habitationen, als diese Erdzunge.

handlungsweise immer noch sehr beachtungswerth seyn. Daher dürfte vielleicht eine noch allgemeinere Behandlung des Gegenstandes, worunter sich die Resultate sowohl der älteren als der neueren *Gaufs*'schen Untersuchungen subsumiren lassen, nicht ganz uninteressant seyn.

Ich will meine Betrachtungen auf einen allgemeinen Satz gründen, von dem die Sätze, die *Laplace* in der *Théorie anal. des Probab., Livre II., Nro.* 18—20, und *Poisson* in dem *Mémoire sur la Probabilité des résultats moyens des Observations*, in den *Additions à la Conn. des tems, pour* 1827, *Nro.* 1—9 bewiesen haben, specielle Corollarien sind, der sich aber eben so beweisen läfst, wie diese specielleren Sätze. Er ist folgender:

Man habe eine grofse Anzahl $s$ von Beobachtungen, und es seyen $\varepsilon, \varepsilon_1, \ldots \varepsilon_n, \ldots \varepsilon_{s-1}$ resp. die Fehler der ersten, zweiten, ... $(n+1)^{\text{ten}}$, ... $s^{\text{ten}}$ Beobachtung; $F\varepsilon$ eine Function von $\varepsilon$, $F\varepsilon_1$ dieselbe Function von $\varepsilon_1$ u. s. w.; ferner sey bei Beobachtungen von der Art, zu welcher die erste jener Beobachtungen gehört, $\varphi x$ die Function, welche das Gesetz der Wahrscheinlichkeit der Beobachtungsfehler ausdrückt, so dafs die Wahrscheinlichkeit, dafs der Fehler zwischen $x$ und $x + dx$ liege, $= \varphi x . dx$ sey; bei Beobachtungen von der Art, zu welcher die zweite, ... $(n+1)^{\text{te}}$, ... jener Beobachtungen gehört, sey diese Function $\varphi_1 x$, ... $\varphi_n x$, ... Das Integral $\int Fx . \varphi_n x . dx$, zwischen den Grenzen $-a$ und $+a$ der möglichen Beobachtungsfehler, oder, was dasselbe ist (da aufserhalb dieser Grenzen $\varphi x = 0$ ist), zwischen den Grenzen $-\infty$ und $+\infty$ genommen, werde durch $K_n$, das Integral

$$\int_{-a}^{+a} (Fx)^2 . \varphi_n x . dx$$

durch $K'_n$ bezeichnet, und es sey $L^2_n = K'_n - K^2_n$:

$\gamma, \gamma_1, \ldots \gamma_n, \ldots \gamma_{\sigma-1}$ seyen beliebige Factoren; endlich $e$ die Basis der natürlichen Logarithmen, $\pi = 3.1415926\ldots$; so ist die Wahrscheinlichkeit, daſs der Werth von $\Sigma\gamma_n F\varepsilon_n$ (wo das Summenzeichen $\Sigma$ sich auf alle Werthe von $n$ von $\sigma$ an bis $s-1$ bezieht) zwischen den Grenzen

$$\Sigma\gamma_n K_n - r\sqrt{2\Sigma\gamma_n^2 L_n^2} \text{ und } \Sigma\gamma_n K_n + r\sqrt{2\Sigma\gamma_n^2 L_n^2},$$

oder daſs

$$\frac{1}{s}\Sigma\gamma_n F\varepsilon_n \text{ zwischen } \frac{1}{s}\Sigma\gamma_n K_n \mp \frac{r}{s}\sqrt{2\Sigma\gamma_n^2 L_n^2} \text{ liege,}$$

$$= \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int e^{-r^2} dr, \quad \ldots\ldots \quad (1)$$

das Integral von $r = \sigma$ an genommen.

Die Gröſse $\frac{1}{s}\sqrt{2\Sigma\gamma_n^2 L_n^2}$ ist von der Ordnung $\frac{1}{\sqrt{s}}$; also nähert sich, indem $s$ zunimmt, $\frac{1}{s}\Sigma\gamma_n F\varepsilon_n$ immer mehr der Gröſse $\frac{1}{s}\Sigma\gamma_n K_n$. Übrigens ist zu bemerken, daſs der Ausdruck A) nur ein genäherter ist, und eine groſse Anzahl von Beobachtungen voraussetzt, was jedoch der Brauchbarkeit der Resultate wohl wenig schaden wird.

*Gauſs* sagt in der *Theoria comb. obs. p. 5*: das Integral $\int_{-\infty}^{+\infty} x^2 \varphi x . dx$, das er das Quadrat des mittlern Fehlers nennt, scheine am angemessensten zu seyn, um die Unsicherheit der Beobachtungen darnach zu bestimmen, so daſs ein System von Beobachtungen als desto genauer anzusehen sey, je kleiner bei demselben der Werth dieses Integrals sey. Übrigens setzt er hinzu, es liege allerdings hierin etwas Willkürliches. Ich will nun allgemein voraussetzen, daſs dazu, wozu *Gauſs* das Quadrat $x^2$ gebraucht, irgend eine Function $Fx$, die

man dazu passend finden mag, gebraucht werde, so dafs der mittlere Werth dieser Function oder das Integral $\int_{-a}^{+a} Fx \,.\, \varphi x \,.\, dx = K$ als Mafs der Unsicherheit der Beobachtungen diene. Wäre für ein System gleichartiger Beobachtungen die Function $\varphi x$ sowohl in Beziehung auf ihre Form als auf die etwa in dem Ausdrucke vorkommenden Constanten bekannt, so würde sich der Werth des Integrals $\int_{-a}^{+a} Fx \,.\, \varphi x \,.\, dx$ entweder in aller Strenge, oder wenigstens so genau als man will, angeben lassen. Da aber $\varphi x$ unbekannt ist, so mufs man sich begnügen, aus den Beobachtungen selbst *a posteriori* einen genäherten Werth von $K$ abzuleiten. Ich will zuerst, wie bei solchen Untersuchungen gewöhnlich geschehen ist, und wie auch *Gaufs* in dem angeführten Aufsatze über die Bestimmung der Genauigkeit der Beobachtungen, und in dem ersten Theile der *Theoria comb. obs.* gethan hat, eine bedeutende Anzahl wirklich vorgekommener von einander unabhängiger Beobachtungsfehler als bekannt voraussetzen. Diese Voraussetzung ist freilich, wie *Gaufs* im zweiten Theile der *Theoria comb. obs. p.* 50 bemerkt, in der Anwendung, streng genommen, nicht leicht jemals gültig. Doch wird man bei einer grofsen Anzahl von Beobachtungen ohne bedeutenden Fehler die Differenzen der durch die einzelnen Beobachtungen gegebenen Werthe von den aus der Gesammtheit der Beobachtungen nach der vortheilhaftesten Methode durch Rechnung abgeleiteten den wahren Beobachtungsfehlern gleich setzen können.

1) Die Beobachtungen, deren Fehler $\varepsilon, \varepsilon_1, \ldots \varepsilon_n, \ldots \varepsilon_{s-1}$ bekannt sind, seyen von verschiedener Art, so dafs die Function $\varphi x$, und daher auch $K$, nicht für alle dieselbe sey. Es sey aber das Verhältnifs der

Genauigkeit dieser verschiedenen Arten von Beobachtungen gegeben; wenn zum Beispiel bei Beobachtungen von der Art, zu welcher die erste jener Beobachtungen gehört, die Wahrscheinlichkeit, daſs der Fehler einer Beobachtung zwischen o und $x$ liege, $= W$ ist, so sey bei Beobachtungen von der Art, zu welcher die zweite, dritte, ... $(n+1)^{te}$, ... $s^{te}$ jener Beobachtungen gehört, die Wahrscheinlichkeit, daſs der Fehler einer Beobachtung zwischen o und $\mu_1 x$, $\mu_2 x$, ... $\mu_n x$, ... $\mu_{s-1} x$ liege, ebenfalls $= W$, und $\mu_1$, $\mu_2$, ... $\mu_n$, ... $\mu_{s-1}$ seyen bekannt; so ist

$$W = \int \varphi x \,.\, dx = \int \varphi_1 (\mu_1 x)\, d\,.\,(\mu_1 x) = \int \varphi_2 (\mu_2 x)\, d\,.\,(\mu_2 x) \ldots$$
$$= \int \varphi_n (\mu_n x)\, d.(\mu_n x) \ldots$$

also

$$\varphi x = \mu_1 \varphi_1 (\mu_1 x) = \mu_2 \varphi_2 (\mu_2 x) \ldots = \mu_n \varphi_n (\mu_n x) \ldots$$

Multiplicirt man nun $K$, $K_1$, $K_2$, ... $K_n$, ... resp. mit den Factoren 1, $\gamma_1$, $\gamma_2$, ... $\gamma_n$, ..., so ist nach dem Satze (1) der genäherte Werth von

$$K + \gamma_1 K_1 + \gamma_2 K_2 + \ldots + \gamma_n K_n + \ldots$$
$$= F\varepsilon + \gamma_1 F\varepsilon_1 + \gamma_2 F\varepsilon_2 + \ldots + \gamma_n F\varepsilon_n + \ldots,$$

und die Wahrscheinlichkeit, daſs der in Beziehung auf diesen Werth zu befürchtende Fehler zwischen den Grenzen $\pm r\sqrt{2N}$ liege, $= \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int e^{-r^2} dr$, wo

$$N = K' - K^2 + \gamma_1^2 (K_1' - K_1^2) + \gamma_2^2 (K_2' - K_2^2) + \ldots$$
$$+ \gamma_n^2 (K_n' - K_n^2) + \ldots$$

$$\text{und} \quad K_n' = \int_{-a}^{+a} (Fx)^2 \,.\, \varphi_n x \,.\, dx \quad \text{ist.}$$

Verhalten sich nun $K$, $K_1$, ... $K_n$, ... resp. wie 1, $m_1$, ... $m_n$, ..., wo $m_1$, ... $m_n$, ... Functionen von $\mu_1$, ... $\mu_n$, ... sind, und setzt man der Kürze wegen

$$1 + \gamma_1 m_1 + \ldots + \gamma_n m_n + \ldots = M,$$

so erhält man einen genäherten Werth von $K$:

$$= \frac{1}{M}(F\varepsilon + \gamma_1 F\varepsilon_1 + \ldots + \gamma_n F\varepsilon_n + \ldots),$$

und die Grenzen des in Beziehung auf diesen Werth zu befürchtenden Fehlers mit der Wahrscheinlichkeit $\frac{2}{\sqrt{\pi}}\int e^{-r^2}\,dr$ werden seyn

$$\pm u = \pm r\sqrt{2}\cdot\frac{\sqrt{N}}{M}.$$

Das vortheilhafteste System von Factoren $\gamma_1, \gamma_2, \ldots \gamma_n, \ldots$ zur Bestimmung von $K$ wird dasjenige seyn, für welches $\frac{\sqrt{N}}{M}$ ein *Minimum* ist, d. h. für welches man hat

$$M[\gamma_1\,d\gamma_1(K'_1 - K^2_1) + \ldots + \gamma_n\,d\gamma_n(K'_n - K^2_n) + \ldots]$$
$$= N(m_1\,d\gamma_1 + \ldots + m_n\,d\gamma_n + \ldots).$$

Dieser Gleichung geschieht Genüge, wenn man setzt

$$\gamma_1 = \frac{K' - K^2}{K'_1 - K^2_1}\,m_1, \ldots \gamma_n = \frac{K' - K^2}{K'_n - K^2_n}\,m_n, \text{ u. s. w.}$$

Ist nun die Function $Fx$ so beschaffen, daſs $K'$, $K'_1, \ldots K'_n, \ldots$ resp. den $K^2, K^2_1, \ldots K^2_n, \ldots$ oder den $1, m^2_1, \ldots m^2_n, \ldots$ proportional sind, so sind die vortheilhaftesten Werthe von $\gamma_1, \gamma_2, \ldots \gamma_n, \ldots$ resp. $= \frac{1}{m_1}, \frac{1}{m_2}, \ldots \frac{1}{m_n}, \ldots$, also $M = s$ und $N = s(K' - K^2)$, mithin der genäherte Werth von $K$

$$= \frac{1}{s}\left(F\varepsilon + \frac{1}{m_1}F\varepsilon_1 + \ldots + \frac{1}{m_n}F\varepsilon_n + \ldots\right), \quad (2)$$

und die Grenzen $\pm u$

$$= \pm r\sqrt{\frac{2(K' - K^2)}{s}},$$

wo man für $K'$ auf ähnliche Art einen genäherten Werth finden kann, wie für $K$. Aus dem genäherten Werthe

von $K$ findet man auch genäherte Werthe von

$$K_1 = m_1 K, \ldots K_n = m_n K, \text{ u. s. w.}$$

Nimmt man dann in Betreff der Form der Function $\varphi x$ eine Hypothese an, so daſs für jedes System gleichartiger Beobachtungen nur eine Constante in dem Ausdrucke von $\varphi x$ zu bestimmen ist, so wird man aus dem gefundenen genäherten Werthe von $K = \int_{-a}^{+a} Fx.\varphi x.dx$ einen genäherten Werth dieser Constanten finden können, wodurch man in den Stand gesetzt wird, die Wahrscheinlichkeit, daſs der Fehler einer Beobachtung von dieser Art zwischen gegebenen Grenzen liege, oder umgekehrt diese Grenzen, wenn die Wahrscheinlichkeit gegeben ist, näherungsweise zu bestimmen. Setzt man diese Wahrscheinlichkeit $= \frac{1}{2}$, so erhält man den sogenannten *wahrscheinlichen* Beobachtungsfehler.

2) Es sey $Fx = x^p$, wo $p$ irgend eine positive ganze Zahl ist. Ist $p$ eine *ungerade* Zahl, so ist zu bemerken, daſs das Integral $\int_{-\infty}^{+\infty} x^p \varphi x . dx$ verschwindet, wenn $\varphi x = \varphi(-x)$ ist, d. h. wenn nicht bei den Beobachtungen eine constante Ursache vorhanden ist, welche entweder den positiven oder den negativen Fehlern das Übergewicht gibt. Daher werden die ungeraden Potenzen der Beobachtungsfehler, wenn man jeden mit Rücksicht auf sein Zeichen nimmt, dazu dienen können, zu bestimmen, ob die vorliegenden Beobachtungen mit einem solchen constanten Fehler behaftet seyen; hierüber hat *Poisson* in einem der Academie am 20. April 1829 vorgelesenen *Mémoire* nähere Untersuchungen angestellt (siehe *Bulletin des Sciences math. etc., Mai* 1829, *p.* 335—341). Will man aber die Genauigkeit der Beobachtungen überhaupt durch ungerade Potenzen der Fehler bestimmen, so muſs man die Fehler ohne Rück-

sicht auf das Zeichen nehmen. Mag nun $p$ eine gerade oder eine ungerade Zahl seyn, wenn man nur in dem letztern Falle die so eben angegebene Bedingung erfüllt, so ist

$$K = \int_0^\infty x^p\, [\varphi x + \varphi(-x)]\, dx,$$

$$K_1 = \int_0^\infty (\mu_1 x)^p\, [\varphi_1 (\mu_1 x) + \varphi_1 (-\mu_1 x)]\, d\,.\,(\mu_1 x),$$

oder, da $\mu_1 \varphi_1 (\mu_1 x) = \varphi x$ ist,

$$K_1 = \mu_1^p K,$$

und eben so

$$K_n = m_n^p K \text{ u. s. w.}; \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

ferner $K' = \int_{-\infty}^{+\infty} x^{2p} \varphi x\,.\,dx$ und $K'_n = \mu_n^{2p} K'$, u. s. w.; also sind die $K'$, $K'_1$, ... $K'_n$, ... den $K^2$, $K^2_1$, ... $K^2_n$, ... proportional. Folglich ist nach (2) der genäherte Werth von $K$

$$= \frac{1}{s}\left(\varepsilon^p + \frac{\varepsilon_1^p}{\mu_1^p} + \ldots + \frac{\varepsilon_n^p}{\mu_n^p} + \ldots\right), \quad . \quad (4)$$

wofür ich der Kürze wegen schreiben will $\frac{1}{s}\,\Sigma \frac{\varepsilon_n^p}{\mu_n^p}$; und die Wahrscheinlichkeit, daſs der in Beziehung auf diesen Werth von $K$ zu befürchtende Fehler zwischen den Grenzen

$$\pm\, r \sqrt{\frac{2\,(K' - K^2)}{s}}$$

liege, ist

$$= \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int e^{-r^2}\, dr. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Diese Wahrscheinlichkeit wird $= \frac{1}{2}$ für $r = 0.4769363$ oder für $r\sqrt{2} = 0.6744897$, also ist der wahrscheinliche Fehler jenes Werthes von $K$

$$= 0.6744897\, K \sqrt{\frac{1}{s}\left(\frac{K'}{K^2} - 1\right)}, \quad . \quad . \quad (6)$$

wo man für $K'$ seinen genäherten Werth

$$= \frac{1}{s}\left(\varepsilon^{2p} + \frac{\varepsilon_1^{2p}}{\mu_1^{2p}} + \ldots + \frac{\varepsilon_n^{2p}}{\mu_n^{2p}} + \ldots\right)$$

setzen kann.

Nimmt man an, wie *Gaufs* in der *Theoria mot. corp. coel. L. II. Sect. III.* und in der Zeitschrift für Astr. u. s. w. Bd. I. Nro. XII., dafs die Function $\varphi x$ die Form habe $\frac{h}{\sqrt{\pi}}\, e^{-h^2 x^2}$, so läfst sich für jedes $p$ der Werth von $\frac{K'}{K^2}$ numerisch angeben. Es ist nämlich allgemein

$$\int_0^\infty e^{-t^{m+1}}\, t^p\, dt =$$

$$= (p-m)(p-2m-1)(p-3m-2)\ldots(p-rm-r+1) \times$$

$$\times \frac{1}{(m+1)^r}\int_0^\infty e^{-t^{m+1}}\, t^{p-r(m+1)}\, dt,$$

wo $r$ die ganze Zahl in dem Quotienten bezeichnet, wenn man $p$ durch $m+1$ dividirt.

Ist nun $p$ eine *gerade* Zahl, so ist, wenn man $m = 1$ setzt,

$$\int_0^\infty e^{-t^2}\, t^p\, dt = 1.3.5\ldots(p-1).2^{-\frac{p}{2}}.\frac{\sqrt{\pi}}{2},$$

$$\text{also } K = 1.3.5\ldots(p-1).2^{-\frac{p}{2}}.h^{-p} \quad . \ (7)$$

$$\text{und } K' = 1.3.5\ldots(2p-1).2^{-p}.h^{-2p}$$

$$\text{folglich } \frac{K'}{K^2} = \frac{(p+1)(p+3)\ldots(2p-1)}{1.3.5\ldots(p-1)} \quad . \ . \ (8)$$

Ist aber $p$ eine *ungerade* Zahl, so ist

$$\int_0^\infty e^{-t^2}\, t^p\, dt = \tfrac{1}{2}.2.4.6\ldots(p-1).2^{-\frac{p-1}{2}}$$

$$= \tfrac{1}{2}.1.2.3\ldots\frac{p-1}{2}$$

$$\text{und } K = 1.2.3\ldots\frac{p-1}{2}.\frac{1}{h^p\sqrt{\pi}}, \quad . \ . \ (9)$$

also

$$\frac{K'}{K^2} = \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \ldots (2p-1) \cdot \pi}{2^p \cdot \left(1 \cdot 2 \cdot 3 \ldots \frac{p-1}{2}\right)^2}$$

$$= \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \ldots (2p-1) \cdot \pi}{2 \cdot (2 \cdot 4 \cdot 6 \ldots (p-1))^2} \quad . \quad . \quad (10)$$

Unter derselben Voraussetzung, daſs $\varphi x = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-h^2 x^2}$ sey, läſst sich aus dem gefundenen genäherten Werthe von $K$ ein genäherter Werth von $h$ finden.

Nämlich für ein *gerades* $p$ ist nach (7)

$$h = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot (1 \cdot 3 \cdot 5 \ldots (p-1))^{\frac{1}{p}} \cdot K^{-\frac{1}{p}} \,. \quad (11)$$

Es sind aber vermöge der Gleichungen (4), (6) und (8), wenn man

$$\frac{1}{s}\left[\frac{(p+1)(p+3) \ldots (2p-1)}{1 \cdot 3 \cdot 5 \ldots (p-1)} - 1\right] = P$$

setzt, die wahrscheinlichen Grenzen des wahren Werthes von $K$ nahe

$$= \frac{1}{s} \Sigma \frac{\varepsilon_n^p}{\mu_n^p} (1 \pm 0.6745 \sqrt{P}), \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

also, wenn man die höhern Potenzen des zweiten Theils dieses Ausdruckes vernachlässiget, die wahrscheinlichen Grenzen des wahren Werthes von $h$

$$= \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot (1 . 3 . 5 \ldots (p-1)\, s)^{\frac{1}{p}} \cdot \left(\Sigma \frac{\varepsilon_n^p}{\mu_n^p}\right)^{-\frac{1}{p}} \times$$

$$\times \left(1 \pm 0.6745 \cdot \frac{1}{p} \sqrt{P}\right) \,. \quad (13)$$

Kennt man $h$, so ist der sogenannte wahrscheinliche Beobachtungsfehler

$$w = 0.4769363 \cdot \frac{1}{h}$$

$$= 0.6744897\, (1 . 3 . 5 \ldots (p-1))^{-\frac{1}{p}} \cdot K^{\frac{1}{p}}, \quad . \quad . \quad (14)$$

also sind die wahrscheinlichen Grenzen des wahren Werthes von $w$

$$= 0{,}6744897\,(1\,.\,3\,.\,5\ldots(p-1)\,s)^{-\frac{1}{p}}\,.\left(\Sigma\frac{\varepsilon_n^p}{\mu_n^p}\right)^{\frac{1}{p}}\times$$

$$\times\left(1 \pm 0.6744897\,.\,\frac{1}{p}\sqrt{P}\right)\,. \quad (15)$$

Für ein *ungerades* $p$ ist nach (9)

$$h = \left(1\,.\,2\,.\,3\ldots\frac{p-1}{2}\,.\,\frac{1}{K\sqrt{\pi}}\right)^{\frac{1}{p}} \quad (16)$$

und

$$w = 0{,}4769363\left(1\,.\,2\,.\,3\ldots\frac{p-1}{2}\right)^{-\frac{1}{p}}\,.\,(K\sqrt{\pi})^{\frac{1}{p}}\,. \quad (17)$$

Es sind aber vermöge der Gleichungen (4), (6) und (10), wenn man

$$\frac{1}{s}\left[\frac{1\,.\,3\,.\,5\ldots(2p-1)\,\pi}{(2\,.\,4\,.\,6\ldots(p-1))^2} - 2\right] = \Pi$$

setzt, die wahrscheinlichen Grenzen des wahren Werthes von $K$ nahe

$$= \frac{1}{s}\,\Sigma\frac{\varepsilon_n^p}{\mu_n^p}\,(1 \pm 0{,}4769363\sqrt{\Pi}),\;.\;. \quad (18)$$

also die wahrscheinlichen Grenzen des wahren Werthes von $h$

$$= \left(1\,.\,2\,.\,3\ldots\frac{p-1}{2}\,.\,s\right)^{\frac{1}{p}}\,.\left(\sqrt{\pi}\,.\,\Sigma\frac{\varepsilon_n^p}{\mu_n^p}\right)^{-\frac{1}{p}}\times$$

$$\times\left(1 \mp 0.4769\,.\,\frac{1}{p}\sqrt{\Pi}\right),\;. \quad (19)$$

und die wahrscheinlichen Grenzen des wahren Werthes von $w$

$$= 0.4769363 \left(1 \cdot 2 \cdot 3 \ldots \frac{p-1}{2} \cdot s\right)^{-\frac{1}{p}} \times$$

$$\times \left(\Sigma \frac{\varepsilon_n^p}{\mu_n^p} \sqrt{\pi}\right)^{\frac{1}{p}} \cdot \left(1 \pm 0.4769363 \cdot \frac{1}{p} \sqrt{II}\right) \cdot (20)$$

3) Setzt man zum Beispiel a)

$$p = 1,$$

so ist $K = \int_0^\infty x\,[\varphi x + \varphi(-x)]\,dx$,

oder, wenn $\varphi x = \varphi(-x)$ ist,

$$K = 2 \int_0^\infty x \varphi x \,.\, dx,$$

wo $\int_0^\infty x \varphi x \,.\, dx$ das ist, was *Laplace* den mittlern zu befürchtenden Fehler nennt; und man erhält nach (4) einen genäherten Werth von $K$

$$= \frac{1}{s}\left(\varepsilon + \frac{\varepsilon_1}{\mu_1} + \ldots + \frac{\varepsilon_n}{\mu_n} + \ldots\right),$$

wo die Fehler $\varepsilon, \varepsilon_1, \ldots \varepsilon_n, \ldots$ alle positiv zu nehmen sind; und nach (6) die wahrscheinliche Unsicherheit dieses Werthes von $K$

$$= \pm\, 0.6745 \sqrt{\frac{K' - K^2}{s}},$$

wo $K' = \int_{-\infty}^{+\infty} x^2 \varphi x \,.\, dx$ ist.

Setzt man $\varphi x = \frac{h}{\sqrt{\pi}}\, e^{-h^2 x^2}$, so ist nach (10)

$$\frac{K'}{K^2} = \frac{\pi}{2},$$

also jene wahrscheinliche Unsicherheit

$$= 0.4769363\, K \sqrt{\frac{\pi - 2}{s}} = 0.5095841 \,.\, \frac{K}{\sqrt{s}};$$

ferner nach (16)

$$h = \frac{1}{K\sqrt{\pi}},$$

und nach (19) die wahrscheinlichen Grenzen des wahren Werthes von $h$

$$= s \cdot \left(\Sigma \frac{\varepsilon n}{\mu n} \cdot \sqrt{\pi}\right)^{-1} \left(1 \mp 0.5096 \cdot \frac{1}{\sqrt{s}}\right).$$

Der wahrscheinliche Beobachtungsfehler $w$ ist nach (17)

$$= 0.4769\, K \sqrt{\pi},$$

und die wahrscheinlichen Grenzen des wahren Werthes von $w$ sind nach (20)

$$= 0.4769363 \frac{\sqrt{\pi}}{s} \cdot \Sigma \frac{\varepsilon n}{\mu n} \cdot \left(1 \pm 0.5095841 \cdot \frac{1}{\sqrt{s}}\right)$$

oder

$$= 0.8453473 \cdot \frac{1}{s} \cdot \Sigma \frac{\varepsilon n}{\mu n} \cdot \left(1 \pm 0.5095841 \cdot \frac{1}{\sqrt{s}}\right). \quad (21)$$

Welches auch die Form der Function $\varphi x$ seyn mag, wenn man nur der Natur der Sache gemäſs annimmt, daſs $\varphi x$ innerhalb der Grenzen $\pm a$ der möglichen Beobachtungsfehler immer positiv sey, und von $x = 0$ bis $x = \pm a$, indem der absolute Werth von $x$ wächst, immer ab-, wenigstens nicht zunehme, endlich daſs $\int_{-a}^{+a} \varphi x \,.\, dx = 1$ sey, und wenn man

$$\int_0^a x\,[\varphi x + \varphi(-x)]\, dx \quad \text{durch} \quad K^{(1)},$$

und $\int_0^a x^p\,[\varphi x + \varphi(-x)]\, dx$ durch $K^{(p)}$

bezeichnet, so gilt allgemein der Satz, daſs

$$\frac{K^{(p)}}{(K^{(1)})^p} \text{ nicht kleiner als } \frac{2^p}{p+1} \text{ seyn kann}, \quad . \quad . \quad (22)$$

wo $p$ irgend eine positive ganze Zahl ist.

Dieser Satz läſst sich so beweisen:

Man setze das Integral $\int_{-x}^{+x} \varphi z \,.\, dz = y$, und

$x = \psi y$, $\frac{d \,.\, \psi y}{dy} = \psi' y$, $\frac{d^2 \,.\, \psi y}{dy^2} = \psi'' y$ u. s. w.; so

ist $y = 0$ für $x = 0$, und $y = 1$ für $x = a$, ferner

$$\frac{dy}{dx} = \varphi x + \varphi(-x),$$

$$\text{also} \quad K^{(1)} = \int_0^1 \psi y \,.\, dy$$

$$\text{und} \quad K^{(p)} = \int_0^1 (\psi y)^p \,.\, dy.$$

Nun ist allgemein

$$\psi y = \psi 0 + y\psi' 0 + \frac{y^2}{2}\psi'' 0 + \frac{y^3}{2 \,.\, 3}\psi''' 0 + \ldots;$$

hier ist aber $\psi 0 = 0$ und $\psi' y = \frac{1}{\varphi x + \varphi(-x)}$, also vermöge der angenommenen Voraussetzungen $\psi' y$ innerhalb der Grenzen $y = 0$ und $y = 1$ immer eine endliche positive Gröfse, die, indem $y$ zunimmt, immer zu-, wenigstens nicht abnimmt, folglich $\psi'' y$ innerhalb derselben Grenzen immer endlich und positiv, wenigstens nicht negativ; daher kann man für Werthe von $y$ innerhalb dieser Grenzen setzen

$$\psi y = y\psi' 0 + \frac{y^2}{2}\psi'' \eta,$$

wo $\eta$ eine Gröfse zwischen 0 und $y$ ist, oder

$$\psi y = y\psi' 0 + y^2 \,.\, l,$$

wo $l$ eine positive Gröfse $= \frac{1}{2}\psi'' \eta$ ist; wenn $\varphi x$, also auch $\psi' y$, constant ist, in welchem Falle $\psi'' y$, $\psi''' y$ u. s. w. verschwinden, so ist $l = 0$.

Demnach ist

$$K^{(1)} = \int_0^1 (y\psi' 0 + y^2 \,.\, l)\, dy = \tfrac{1}{2}\psi' 0 + \tfrac{1}{3} l,$$

folglich

$$(K^{(1)})^p = \frac{1}{2^p}(\psi' 0)^p + \frac{p}{2^{p-1} \times 3}(\psi' 0)^{p-1} l$$

$$+ \frac{p(p-1)}{2^{p-2} \times 1 \,.\, 2 \,.\, 3^2}(\psi' 0)^{p-2} l^2 + \ldots$$

$$+ \frac{p(p-1) \ldots (p-(r-1))}{2^{p-r} \times 1 \,.\, 2 \ldots r \times 3^r}(\psi' 0)^{p-r} l^r + \ldots$$

$$+ \frac{1}{3^p} l^p \,.$$

Ferner $K^{(p)}$ oder $\int_0^1 (y\,\psi'\,o + y^2\,l)^p\,dy$

$$= \frac{1}{p+1}(\psi'\,o)^p + \frac{p}{p+2}(\psi'\,o)^{p-1}\,l$$

$$+ \frac{p\,(p-1)}{1\,.\,2\,.\,(p+3)}(\psi'\,o)^{p-2}\,l^2 + \ldots$$

$$+ \frac{p\,(p-1)\ldots(p-(r-1))}{1\,.\,2\ldots r\,(p+r+1)}(\psi'\,o)^{p-r}\,l^r + \ldots$$

$$+ \frac{1}{2p+1}\,l^p\,.$$

Ist $\varphi\,x$ constant, also $l = o$, so ist

$$\frac{K^{(p)}}{(K^{(1)})^p} = \frac{2^p}{p+1}.$$

Sonst aber hat man

$$\frac{(p+1)\,K^{(p)}}{2^p\,(K^{(1)})^p} = \frac{A}{B}, \quad \ldots \quad (23)$$

wo $A = 1 + \frac{(p+1)\,p}{p+2}\cdot\frac{l}{\psi'\,o} + \ldots$

$$+ \frac{(p+1)\,p\,(p-1)\ldots(p-(r-1))}{1\,.\,2\ldots r\,(p+r+1)}\cdot\left(\frac{l}{\psi'\,o}\right)^r + \ldots$$

$$+ \frac{p+1}{2p+1}\cdot\left(\frac{l}{\psi'\,o}\right)^p$$

und $B = 1 + \frac{2p}{3}\cdot\frac{l}{\psi'\,o} + \ldots$

$$+ \frac{2^r\,.\,p\,(p-1)\ldots(p-(r-1))}{1\,.\,2\ldots r\,.\,3^r}\cdot\left(\frac{l}{\psi'\,o}\right)^r + \ldots$$

$$+ \frac{2^p}{3^p}\cdot\left(\frac{l}{\psi'\,o}\right)^p$$

ist, in welchen Ausdrücken jedes Glied positiv ist. Es ist aber, wenn $p$ irgend eine positive ganze Zahl und $> 1$ ist (für $p = 1$ bedarf der Satz (22) keines Beweises),

$$3p > 2p + 1, \quad \text{also} \quad 3(p+1) > 2(p+2),$$

$$\text{mithin} \quad \frac{(p+1)\,p}{p+2} > \frac{2p}{3}.$$

Ferner ist, wenn $r$ irgend eine positive ganze Zahl und $>1$ ist, $3>2^{1+\frac{1}{r}}$ (denn es ist $9>8$, also $3>2\sqrt{2}$ oder $>2^{1+\frac{1}{2}}$, und noch mehr, wenn $r>2$ ist, $3>2^{1+\frac{1}{r}}$), also

$3^r > 2^{r+1}$ oder $>(2^r+2^r)$, folglich $3^r-2^r>2^r$;

ist nun überdiefs $r<p+1$, so ist

$$(3^r-2^r)(p+1)>2^r.r,$$

$$\text{also}\quad 3^r(p+1)>2^r(p+r+1),$$

mithin

$$\frac{(p+1)p(p-1)\ldots(p-(r-1))}{1.2\ldots r(p+r+1)}>\frac{2^r.p(p-1)\ldots(p-(r-1))}{1.2\ldots r\times 3^r}$$

Hieraus erhellt, dafs in dem Zähler des Bruches (23) die Factoren von $\frac{l}{\psi'0}, \ldots \left(\frac{l}{\psi'0}\right)^r, \ldots \left(\frac{l}{\psi'0}\right)^p$ resp. gröfser sind, als die correspondirenden im Nenner, dafs also dieser Bruch gröfser als die Einheit ist. Demnach ist $\frac{K^{(p)}}{(K^{(1)})^p}$ nicht kleiner als $\frac{2^p}{p+1}$, wie zu beweisen war.

Setzt man $p=2$, so ist $\frac{K^{(2)}}{(K^{(1)})^2}$ (dasselbe, was oben durch $\frac{K^1}{K^2}$ bezeichnet wurde), nicht $<\frac{4}{3}$, also $K^{(2)}-(K^{(1)})^2$, nicht $<\frac{1}{3}(K^{(1)})^2$ und nicht $>\frac{1}{4}K^{(2)}$, mithin die wahrscheinliche Unsicherheit des obigen genäherten Werthes von $K^{(1)}=\frac{1}{s}\Sigma\frac{\varepsilon n}{\mu n}$, ohne Rücksicht auf das Zeichen genommen,

$$\text{nicht}\quad <0.6745\,K^{(1)}\sqrt{\frac{1}{3.s}},$$

$$\text{und nicht}\quad >0.6745\times\tfrac{1}{2}\sqrt{\frac{K^{(2)}}{s}}.$$

Setzt man b)

$$p=2,$$

so ist $K^{(2)} = \int_{-\infty}^{+\infty} x^2 \varphi x \, . \, dx$

das, was *Gaufs* das Quadrat des mittlern Beobachtungsfehlers nennt. Vermöge der Gleichung (4) erhält man einen genäherten Werth von $K^{(2)}$

$$= \frac{1}{s}\left(\varepsilon^2 + \frac{\varepsilon_1^2}{\mu_1^2} + \ldots + \frac{\varepsilon_n^2}{\mu_n^2} + \ldots\right).$$

Der wahrscheinliche Fehler dieses Werthes ist nach (6)

$$= 0{,}6745 \sqrt{\frac{K^{(4)} - (K^{(2)})^2}{s}}.$$

Drückt überhaupt $\psi u \, . \, du$ die Wahrscheinlichkeit aus, dafs der Fehler dieses Werthes von $K^{(2)}$ zwischen $u$ und $u + du$ liege, so ist nach (5)

$\int u \psi u \, . \, du = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \, e^{-r^2} \, . \, \frac{dr}{du}$, wo $u = r\sqrt{\frac{2[K^{(4)} - (K^{(2)})^2]}{s}}$

ist, also $\int_{-\infty}^{+\infty} u^2 \psi u \, . \, du =$

$$= \frac{2}{s\sqrt{\pi}} \, . \, [K^{(4)} - (K^{(2)})^2] \, . \int_{-\infty}^{+\infty} r^2 e^{-r^2} dr$$

$$= \frac{1}{s}[K^{(4)} - (K^{(2)})^2],$$

d. h. der mittlere zu befürchtende Fehler jenes Werthes von $K^{(2)}$ ist $= \sqrt{\frac{K^{(4)} - (K^{(2)})^2}{s}}$, was *Gaufs* in der *Thoria comb. obs. art.* 16 auf eine andere Art bewiesen hat.

Es kann aber $\frac{K^{(4)}}{(K^{(2)})^2}$ nicht kleiner seyn als $\frac{9}{5}$, was sich eben so beweisen läfst, wie der Satz (22); folglich ist $\sqrt{\frac{K^{(4)} - (K^{(2)})^2}{s}}$ nicht $< 2 K^{(2)} \sqrt{\frac{1}{5 \, . \, s}}$, und nicht $> \frac{2}{3} \sqrt{\frac{K^{(4)}}{s}}$.

Der wahrscheinliche Fehler $w$ kann nicht gröſser seyn, als $\sqrt{\frac{3}{4}K^{(2)}}$ oder als $0.8660254\sqrt{K^{(2)}}$, wie *Gauſs* in der *Theoria comb. obs. art.* 10 gezeigt hat.

Setzt man $\varphi x = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-h^2 x^2}$, so ist nach (8)

$$\frac{K^{(4)}}{(K^{(2)})^2} = 3, \quad \text{also} \quad \sqrt{\frac{K^{(4)} - (K^{(2)})^2}{s}} = K^{(2)}\sqrt{\frac{2}{s}},$$

und nach (12) die wahrscheinlichen Grenzen des wahren Werthes von $K^{(2)}$

$$= \frac{1}{s}\,\Sigma\frac{\varepsilon_n^2}{\mu_n^2}\left(1 \pm 0.6745\sqrt{\frac{2}{s}}\right).$$

Ferner ist nach (11)

$$h = \sqrt{\frac{1}{2K^{(2)}}},$$

und nach (13) die wahrscheinlichen Grenzen des wahren Werthes von $h$

$$= \sqrt{\frac{s}{2\Sigma\frac{\varepsilon_n^2}{\mu_n^2}}}\left(1 \pm 0.4769\sqrt{\frac{1}{s}}\right);$$

nach (14)

$$w = 0.6744897\sqrt{K^{(2)}},$$

und nach (15) die wahrscheinlichen Grenzen des wahren Werthes von $w$

$$= 0.6744897\sqrt{\frac{1}{s}\,\Sigma\frac{\varepsilon_n^2}{\mu_n^2}}\left(1 \pm 0.4769363\sqrt{\frac{1}{s}}\right). \quad (24)$$

4) Sind die Beobachtungen alle von einerlei Art, so daſs die Function $\varphi x$ für alle dieselbe ist, so darf man nur in den vorhergehenden Formeln $\mu_1, \mu_2, \ldots \mu_n, \ldots = 1$ setzen. Dann gehen die obigen Ausdrücke (15), (20), (21), (24) für den wahrscheinlichen

Beobachtungsfehler in diejenigen über, welche *Gaufs* in dem schon öfters angeführten Aufsatze in der Zeitschrift für Astr. Bd. I. Nro. XII. gegeben hat.

Eine von jeder Hypothese über die Form der Function $\varphi x$ unabhängige Methode, den wahrscheinlichen Beobachtungsfehler bei einem System gleichartiger Beobachtungen zu bestimmen, hat *Gaufs* ebendaselbst Seite 195 angegeben, wo er sagt:

»Man ordne die sämmtlichen Beobachtungsfehler »(absolut genommen) nach ihrer Gröfse, und nenne den »mittelsten, wenn ihre Zahl ungerade ist, oder das »arithmetische Mittel der zwei mittelsten bei gerader »Anzahl, *M*. Es läfst sich zeigen, was aber hier nicht »weiter ausgeführt werden kann, dafs bei einer grofsen »Anzahl von Beobachtungen $w$ der wahrscheinlichste »Werth von *M* ist,« u. s. w.

Es seyen nämlich die Fehler einer grofsen Anzahl von Beobachtungen, ohne Rücksicht auf das Zeichen, nach ihrer Gröfse geordnet,

a) für eine ungerade Zahl

$$\varepsilon_1, \; \varepsilon_2, \; \ldots \; \varepsilon_{v-1}, \; \varepsilon_v, \; \varepsilon_{v+1}, \; \ldots \; \varepsilon_{2v-1},$$

also $\varepsilon_v = M$ der mittelste,

b) für eine gerade Zahl

$$\varepsilon_1, \; \varepsilon_2, \; \ldots \; \varepsilon_{v-1}, \; \varepsilon_v, \; \varepsilon_{v+1}, \; \ldots \; \varepsilon_{2v-1}, \; \varepsilon_{2v},$$

also $\frac{\varepsilon_v + \varepsilon_{v+1}}{2} = M$ das arithmetische Mittel der zwei mittelsten.

In beiden Fällen ist von den $v$ erstern Beobachtungsfehlern jeder nicht gröfser als $M$, und von den $v$ letztern jeder nicht kleiner als $M$. Die Wahrscheinlichkeit, dafs die Gröfse $M$ irgend einen bestimmten Werth $a$ habe, ist desto gröfser, je gröfser für diesen Werth $a$ die Wahrscheinlichkeit ist, dafs von $v$ Beobachtungsfeh-

lern jeder nicht gröfser als $\alpha$, und von eben so vielen jeder nicht kleiner als $\alpha$ sey, d. h. je gröfser

$$\left[\int_{-\alpha}^{+\alpha} \varphi x \,.\, dx\right]^{v} \left[1 - \int_{-\alpha}^{+\alpha} \varphi x \,.\, dx\right]^{v}$$

ist. Diese Function erhält aber den gröfsten möglichen Werth, wenn $\int_{-\alpha}^{+\alpha} \varphi x \,.\, dx = \frac{1}{2}$, oder wenn $\alpha$ dem wahrscheinlichen Beobachtungsfehler $w$ gleich ist. Folglich ist der wahrscheinlichste Werth von $M = w$.

Setzt man das Integral $\int \varphi x \,.\, dx$, zwischen den Grenzen $-w(1+\lambda)$ und $+w(1+\lambda)$ genommen, $= \frac{1}{2} + L$ (da $\int_{-w}^{+w} \varphi x \,.\, dx = \frac{1}{2}$ ist), so verhält sich die Wahrscheinlichkeit, dafs der wahre Werth von $M = w$ sey, zu der Wahrscheinlichkeit, dafs der wahre Werth $= w(1+\lambda)$ sey, wie

$$\frac{1}{4^{v}} : \left(\tfrac{1}{2} + L\right)^{v} \left(\tfrac{1}{2} - L\right)^{v} = 1 : (1 - 4L^{2})^{v}.$$

Daher ist die Wahrscheinlichkeit, dafs der wahre Werth von $M$ zwischen $w(1-l)$ und $w(1+l)$ liege,

$$= H \int_{-l}^{+l} (1 - 4L^{2})^{v} \, d\lambda,$$

wo $H$ eine Constante ist, die so bestimmt werden mufs, dafs das Integral $\int_{-\infty}^{+\infty} H(1 - 4L^{2})^{v} \, d\lambda = 1$ werde.

Nimmt man an, dafs $\varphi x = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-h^{2} x^{2}}$ sey, so ist $w = \frac{\rho}{h}$, wenn $\rho = 0.47694$ gesetzt wird, und $L$ läfst sich durch folgende Reihe ausdrücken:

$$\frac{2\lambda . \rho}{\sqrt{\pi}} e^{-\rho^{2}} \left(1 - \lambda\rho^{2} - \frac{\lambda^{2}}{3} \rho^{2}(1 - 2\rho^{2}) \ldots\right)$$

oder $0.42867\lambda(1 - 0.22747\lambda - 0.041328\lambda^{2} \ldots)$.

Ist nun $\lambda$ ein kleiner Bruch, so ist nahe

$$1 - 4L^{2} = e^{-\lambda^{2} c^{2}},$$

wenn man $\frac{4\rho}{\sqrt{\pi}} e^{-\rho^2}$ oder $0.85735 = c$ setzt; also

$$W = H \int_{-l}^{+l} e^{-\nu\lambda^2 c^2} d\lambda.$$

$W$ wird $= \frac{1}{2}$ für $l = \frac{\rho}{c\sqrt{\nu}} = \frac{e\rho^2 \sqrt{\pi}}{4\sqrt{\nu}}$, oder, da die Anzahl $s$ der Beobachtungen wenigstens nahe $= 2\nu$ ist, für $l = e\rho^2 \sqrt{\frac{\pi}{8s}}$, also sind die wahrscheinlichen Grenzen des wahren Werthes von $M$

$$= w\left(1 \mp e\rho^2 \sqrt{\frac{\pi}{8s}}\right),$$

oder auch die wahrscheinlichen Grenzen des wahren Werthes von $w$ nahe

$$= M\left(1 \pm e\rho^2 \sqrt{\frac{\pi}{8s}}\right) = M\left(1 \pm \frac{0.78671}{\sqrt{s}}\right).$$

5) Bisher wurde eine bedeutende Anzahl wirklich vorgekommener Beobachtungsfehler als bekannt vorausgesetzt. Ich will nun noch Einiges für den Fall hinzufügen, wenn die Differenzen der durch die einzelnen Beobachtungen gegebenen Werthe einer Gröſse von dem, nöthigenfalls mit Rücksicht auf die verschiedene Genauigkeit der Beobachtungen genommenen, Mittelwerthe bekannt sind, und man sich nicht erlauben will, diese Differenzen als die Beobachtungsfehler selbst anzusehen.

Es seyen $\delta, \delta_1, \ldots \delta_n, \ldots \delta_{s-1}$ die durch die erste, zweite, ... $(n+1)^{\text{te}}$, ... $s^{\text{te}}$ Beobachtung gegebenen Werthe einer gesuchten Gröſse $q$; so ist, wenn $\mu_1, \ldots \mu_n, \ldots \mu_{s-1}$ dieselbe Bedeutung haben, wie oben, der mit Rücksicht auf die verschiedene Genauigkeit der Beobachtungen genommene Mittelwerth

$$A = \frac{\delta + \frac{\delta_1}{\mu_1^2} + \ldots + \frac{\delta_n}{\mu_n^2} + \ldots}{1 + \frac{1}{\mu_1^2} + \ldots + \frac{1}{\mu_n^2} + \ldots} = \frac{\Sigma \frac{\delta_n}{\mu_n^2}}{\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}}.$$

Es sey ferner

$$\lambda_n = \frac{A - \delta_n}{\mu_n},$$

und der in Beziehung auf den Werth $A$ von $q$ zu befürchtende Fehler sey $= u$, also $A + u$ der wahre Werth von $q$; so ist der Fehler der $(n+1)^{\text{ten}}$ Beobachtung

$$\varepsilon_n = A + u - \delta_n,$$

$$\text{also} \quad \frac{\varepsilon_n}{\mu_n} = \lambda_n + \frac{u}{\mu_n} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (25)$$

$$\text{und} \quad \Sigma \frac{\varepsilon_n}{\mu_n^2} = \Sigma \frac{\lambda_n}{\mu_n} + u \Sigma \frac{1}{\mu_n^2};$$

$$\text{es ist aber} \quad \Sigma \frac{\lambda_n}{\mu_n} = A \Sigma \frac{1}{\mu_n^2} - \Sigma \frac{\delta_n}{\mu_n^2} = 0,$$

$$\text{folglich} \quad \Sigma \frac{\varepsilon_n}{\mu_n^2} = u \Sigma \frac{1}{\mu_n^2}.$$

Setzt man in dem Satze (1) $F\varepsilon_n = \varepsilon_n$, $\gamma = 1$, $\gamma_1 = \frac{1}{\mu_1^2}, \ldots \gamma_n = \frac{1}{\mu_n^2}, \ldots$; so ist, vorausgesetzt, dafs gleiche positive und negative Fehler gleich wahrscheinlich seyen,

$$\Sigma \gamma_n K_n = 0,$$

$$L_n^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} x^2 \varphi_n x \,.\, dx = K_n^{(2)} = \mu_n^2 K^{(2)} \text{ (nach 3)},$$

$$\sqrt{2 \Sigma \gamma_n^2 L_n^2} = \sqrt{2 K^{(2)} \Sigma \frac{1}{\mu_n^2}},$$

also die Wahrscheinlichkeit, dafs $\Sigma \frac{\varepsilon_n}{\mu_n^2}$ oder $u \Sigma \frac{1}{\mu_n^2}$ zwischen $\pm r \sqrt{2 K^{(2)} \Sigma \frac{1}{\mu_n^2}}$ liege, oder dafs $u$ zwischen $\pm r \sqrt{\frac{2 K^{(2)}}{\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}}}$ liege,

$$= \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int e^{-r^2} dr, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (26)$$

das Integral von $r = 0$ an genommen. Bezeichnet nun $\psi u$ die Wahrscheinlichkeit irgend eines Werthes von $u$, so ist

$$\psi u = \frac{1}{\sqrt{\pi}} e^{-r^2} \frac{dr}{du} \quad \text{für} \quad u = r \sqrt{\frac{2 K^{(2)}}{\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}}}, \quad (27)$$

also der mittlere Werth irgend einer Potenz von $u$ mit einem geraden Exponenten $m$

$$= \int_{-\infty}^{+\infty} u^m \psi u \, . \, du = \frac{2^{\frac{m}{2}} (K^{(2)})^{\frac{m}{2}}}{\left(\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}\right)^{\frac{m}{2}} \sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} r^m e^{-r^2} dr$$

$$= \frac{(K^{(2)})^{\frac{m}{2}}}{\left(\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}\right)^{\frac{m}{2}}} \, . \, 1 \, . \, 3 \, . \, 5 \, . \, . \, . \, (m-1) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (28)$$

Der mittlere Werth jeder ungeraden Potenz ist $= 0$.

Es sey nun $p$ irgend eine *gerade* Zahl; so ist vermöge der Gleichung (25)

$$\Sigma \frac{\varepsilon_n^p}{\mu_n^p} = \Sigma \lambda_n^p + p \, . \, u \, \Sigma \frac{\lambda_n^{p-1}}{\mu_n}$$

$$+ \frac{p(p-1)}{1 \, . \, 2} u^2 \, \Sigma \frac{\lambda_n^{p-2}}{\mu_n^2} + \ldots + u^p \, \Sigma \frac{1}{\mu_n^p},$$

wofür ich der Kürze wegen schreiben will

$$\Sigma \lambda_n^p + U.$$

Es ist aber nach (4) der mittlere Werth von $\Sigma \frac{\varepsilon_n^p}{\mu_n^p} = s K^{(p)}$, und nach (28) der mittlere Werth von $U$, den ich durch $M$ bezeichnen will,

$$= \frac{p(p-1)}{1 \cdot 2} \times \Sigma \frac{\lambda_n^{p-2}}{\mu_n^2} \times \frac{K^{(2)}}{\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}} +$$

$$+ \frac{p(p-1)(p-2)(p-3)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} \Sigma \frac{\lambda_n^{p-4}}{\mu_n^4} \times \frac{3\,(K^{(2)})^2}{\left(\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}\right)^2} + \ldots$$

$$+ \frac{p(p-1)\ldots(p-m+1)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \ldots m} \Sigma \frac{\lambda_n^{p-m}}{\mu_n^m} \times$$

$$\times \frac{(K^{(2)})^{\frac{m}{2}}}{\left(\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}\right)^{\frac{m}{2}}} \cdot 1 \cdot 3 \cdot 5 \ldots (m-1) + \ldots$$

$$+ \Sigma \frac{1}{\mu_n^p} \times \frac{(K^{(2)})^{\frac{p}{2}}}{\left(\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}\right)^{\frac{p}{2}}} \times 1 \cdot 3 \ldots (p-1). \qquad (29)$$

Wenn man nun schon einen genäherten Werth von $K^{(2)}$ kennt, so findet man əinen genäherten Werth von $K^{(p)}$ oder von $\int_{-\infty}^{+\infty} x^p \, \varphi x \, . \, dx$, wenn $p$ eine gerade Zahl ist,

$$= \frac{\Sigma \lambda_n^p}{s} + \frac{M}{s} \quad \ldots \ldots \quad (30)$$

In der Reihe, wodurch $\frac{M}{s}$ ausgedrückt wird, ist das erste Glied von der Ordnung $\frac{1}{s}$, das zweite von der Ordnung $\frac{1}{s^2}$, u. s. w., . . . das letzte von der Ordnung $\frac{1}{s^{\frac{p}{2}}}$. Wenn also $s$ sehr grofs ist, so wird man ohne merk-

lichen Fehler den genäherten Werth von $K^{(p)} = \frac{\Sigma \lambda_n^p}{s}$ setzen können. Kennt man $K^{(p)}$, so findet man den wahrscheinlichen Fehler wie oben.

Übrigens ist der Ausdruck (27) für $\psi u$, und daher auch der Ausdruck (28) für den mittlern Werth von $u^m$ und der Ausdruck (29) für $M$, wie der Satz (1), nicht ganz streng, und gilt nur für eine grofse Anzahl von Beobachtungen. Den genauen Ausdruck für den mittlern Werth von $u^m$ oder von $\left(\frac{\Sigma \frac{\varepsilon_n}{\mu_n^2}}{\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}}\right)^m$ wird man erhalten, wenn man $\left(\Sigma \frac{\varepsilon_n}{\mu_n^2}\right)^m$ nach dem polynomischen Lehrsatze entwickelt, und von jedem Gliede, welches keine ungeraden Potenzen von $\varepsilon, \varepsilon_1, \ldots \varepsilon_n, \ldots$ enthält, den mittlern Werth nimmt, indem man für $\varepsilon^2$, $\frac{\varepsilon_1^2}{\mu_1^2}, \ldots \frac{\varepsilon_n^2}{\mu_n^2}, \ldots$ setzt $K^{(2)}$, für $\varepsilon^4$, $\frac{\varepsilon_1^4}{\mu_1^4}, \ldots \frac{\varepsilon_n^4}{\mu_n^4}, \ldots$ $K^{(4)}$ u. s. w. Nur für $m = 2$ erhält man auf beiden Wegen einerlei Ausdruck für den mittlern Werth von $u^m$, nämlich $\frac{K^{(2)}}{\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}}$. Setzt man aber $\varphi x = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-h^2 x^2}$, so müssen überhaupt die beiden Ausdrücke für den mittlern Werth von $u^m$ einander gleich seyn, wenn man für $K^{(2)}$, $K^{(4)}$ u. s. w. ihre Werthe aus der Gleichung (7) substituirt. Denn bei dieser Hypothese ist ganz streng, ohne dafs man eine grofse Anzahl von Beobachtuugen vorauszusetzen braucht, die Wahrscheinlichkeit, dafs der in Beziehung auf den Werth $A$ von $q$ zu befürch-

tende Fehler $u$ zwischen $\pm \frac{r}{h\sqrt{\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}}}$, oder, da hier

$h^2 = \frac{1}{2K^{(2)}}$ ist, zwischen $\pm r \sqrt{\frac{2K^{(2)}}{\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}}}$ liege,

$$= \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int e^{-r^2}\, dr$$

(vergl. die obige Gleichung 26), wie aus dem folgt, was *Gaufs* in der *Theoria motus corp. coel. p.* 216 bewiesen hat.

So ist zum Beispiel der mittlere Werth von $u^4$ oder $\frac{\left(\Sigma \frac{\varepsilon_n}{\mu_n^2}\right)^4}{\left(\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}\right)^4}$ nach der Formel (28)

$$= \frac{3\,(K^{(2)})^2}{\left(\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}\right)^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (31)$$

Der genauere Ausdruck ist

$$\frac{K^{(4)}\,\Sigma \frac{1}{\mu_n^4}}{\left(\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}\right)^4} + \frac{3\,(K^{(2)})^2}{\left(\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}\right)^4}\left[\left(\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}\right)^2 - \Sigma \frac{1}{\mu_n^4}\right]. \quad (32)$$

Nun ist die Gröfse $\frac{3\,(K^{(2)})^2}{\left(\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}\right)^2}$ von der Ordnung $\frac{1}{s^2}$; hingegen $\frac{K^{(4)}\,\Sigma \frac{1}{\mu_n^4}}{\left(\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}\right)^4}$ und $\frac{3\,(K^{(2)})^2\,\Sigma \frac{1}{\mu_n^4}}{\left(\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}\right)^4}$ sind von der

Ordnung $\frac{1}{s^3}$; daher wird man bei einer grofsen Anzahl von Beobachtungen ohne bedeutenden Fehler beide Ausdrücke einander gleich setzen können. Nimmt man aber an, dafs $\varphi x = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-h^2 x^2}$ sey, so ist $K^{(4)} = 3K^{(2)}$, und der Ausdruck (32) verwandelt sich genau in den Ausdruck (31).

Setzt man $p = 2$, so wird $M = K^{(2)}$, und daher vermöge der Gleichung (30) nahe

$$K^{(2)} = \frac{\Sigma \lambda_n^2}{s} + \frac{K^{(2)}}{s};$$

daraus erhält man einen genäherten Werth von $K^{(2)}$, oder von dem Quadrate des mittlern Beobachtungsfehlers (im *Gaufs*'schen Sinne)

$$= \frac{\Sigma \lambda_n^2}{s-1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (33)$$

Bei dieser Bestimmung von $K^{(2)}$ setzt man den mittlern Werth von $\Sigma \frac{\varepsilon_n^2}{\mu_n^2} - u^2 \Sigma \frac{1}{\mu_n^2}$ dem wahren zufälligen Werthe gleich, d. h. man setzt

$$(s-1) K^{(2)} = \Sigma \frac{\varepsilon_n^2}{\mu_n^2} - u^2 \Sigma \frac{1}{\mu_n^2};$$

demnach ist das Quadrat des bei dieser Bestimmung von $K^{(2)}$ zu befürchtenden Fehlers

$$= \frac{1}{(s-1)^2} \left\{ \Sigma \frac{\varepsilon_n^2}{\mu_n^2} - u^2 \Sigma \frac{1}{\mu_n^2} - (s-1) K^{(2)} \right\}^2$$

$$= \frac{1}{(s-1)^2} \left\{ \left( \Sigma \frac{\varepsilon_n^2}{\mu_n^2} \right)^2 - 2u^2 \Sigma \frac{\varepsilon_n^2}{\mu_n^2} \Sigma \frac{1}{\mu_n^2} + \right.$$

$$+ u^4 \left(\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}\right)^2 - 2(s-1) K^{(2)} \left(\Sigma \frac{\varepsilon_n^2}{\mu_n^2} - u^2 \Sigma \frac{1}{\mu_n^2}\right)$$
$$+ (s-1)^2 (K^{(2)})^2 \Bigg].$$

Nun ist der mittlere Werth von $\left(\Sigma \frac{\varepsilon_n^2}{\mu_n^2}\right)^2$

$$= s K^{(4)} + s(s-1)(K^{(2)})^2 ;$$

der mittlere Werth von $-2u^2 \Sigma \frac{\varepsilon_n^2}{\mu_n^2} \Sigma \frac{1}{\mu_n^2}$ oder von

$$- \frac{2 \left(\Sigma \frac{\varepsilon_n}{\mu_n^2}\right)^2 \Sigma \frac{\varepsilon_n^2}{\mu_n^2}}{\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}}$$

$$= -2K^{(4)} - 2(K^{(2)})^2 (s-1) ;$$

der mittlere Werth von $u^4 \left(\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}\right)^2$

$$= K^{(4)} \frac{\Sigma \frac{1}{\mu_n^4}}{\left(\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}\right)^2} + 3(K^{(2)})^2 \left[1 - \frac{\Sigma \frac{1}{\mu_n^4}}{\left(\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}\right)^2}\right];$$

endlich der mittlere Werth von

$$-2(s-1) K^{(2)} \left(\Sigma \frac{\varepsilon_n^2}{\mu_n^2} - u^2 \Sigma \frac{1}{\mu_n^2}\right) + (s-1)^2 (K^{(2)})^2$$
$$= -(s-1)^2 (K^{(2)})^2.$$

Nimmt man alles dieſs zusammen, so erhält man den mittlern bei jener Bestimmung von $K^{(2)}$ zu befürchtenden Fehler

$$= \frac{1}{s-1} \sqrt{\left[ K^{(4)} \left( s - 2 + \frac{\Sigma \frac{1}{\mu_n^4}}{\left(\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}\right)^2} \right) - (K^{(2)})^2 \left( s - 4 + \frac{3 \Sigma \frac{1}{\mu_n^4}}{\left(\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}\right)^2} \right) \right]}$$

$$= \sqrt{\left[ \frac{K^{(4)} - (K^{(2)})^2}{s-1} - \frac{K^{(4)} - 3 (K^{(2)})^2}{(s-1)^2} \left( 1 - \frac{\Sigma \frac{1}{\mu_n^4}}{\left(\Sigma \frac{1}{\mu_n^2}\right)^2} \right) \right]} \quad (34)$$

Setzt man $\varphi x = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-h^2 x^2}$, so wird dieser Ausdruck $= K^{(2)} \sqrt{\frac{2}{s-1}}$.

Legt man allen Beobachtungen gleichen Werth bei, so ist $\mu_1 = 1, \ldots \mu_n = 1$ u. s. w.; $\Sigma \lambda_n^2$ die Summe der Quadrate der Abweichungen der durch die einzelnen Beobachtungen gegebenen Werthe vom arithmetischen Mittel aus denselben; der genäherte Werth von $K^{(2)}$ ist nach (33)

$$= \frac{\Sigma \lambda_n^2}{s-1},$$

und der mittlere in Beziehung auf diesen Werth zu befürchtende Fehler nach (34)

$$= \sqrt{\frac{1}{s-1} \left[ K^{(4)} - (K^{(2)})^2 - \frac{K^{(4)} - 3 (K^{(2)})^2}{s} \right]}.$$

# VI.

# Der hydraulische Balancier in seinem Princip;

dargestellt von

Dr. *Lackerbauer.*

---

1. Unter den vielen Maschinen, durch welche Wasser zu verschiedenen Zwecken in die Höhe gefördert wird, stellet der hydraulische Balancier eine neue, bisher nicht bekannte Art vor, wie nämlich fliefsendes und stehendes Wasser sowohl in geringer als gröfserer Quantität *durch eine oscillirende Bewegung* auf eine gewisse Höhe geschafft, und allda, vorzüglich für Bewässerungsanstalten, zum Abflufs gebracht werden kann.

Der Grund, dem die Erfindung dieses Balancier ihr Entstehen zu verdanken hat, bietet sich dem Beobachter bei dem Anblicke des fliefsenden Wassers dar.

Das Wasser fliefst nämlich, wenn es sich selbst überlassen ist (Fig. 9), von *A* nach *B*, wenn *B* niedriger als *A* liegt; es würde von *B* nach *A* fliefsen, wenn *A* niedriger als *B* läge; eine allgemein bekannte Sache, es mag nun *AB* das Bett eines Canales, eines Flusses oder einer Rinne etc. vorstellen.

2. Stellet nun *AB* (Fig. 10) eine an beiden Enden offene, für einen Augenblick mit Wasser gefüllte, etwas weitere horizontale Röhre vor, so wird das Wasser sowohl bei *A* als bei *B* ausfliefsen. Es wird nur allein bei $A'$ oder bei $B''$ ausfliefsen können, wenn diese Röhre gegen die Horizontalebene geneigt wird, sich nur *AC* oder *BC* senket, und bei $B'$ oder $A''$ der Abflufs des Wassers verhindert wird.

3. Eine Röhre kann gegen die Horizontalebene geneigt werden, wenn sich dieselbe nicht nur, wie Fig. 10,

um einen Unterstützungspunct $C$ beweget, sondern auch, wie Fig. 11, wenn dieselbe an einer unbiegsamen Stange $CD$ befestiget wird, und diese sammt der an ihr unter einem Winkel $\psi$ befestigten Röhre um einen Aufhängepunct $C$ schwinget. Oder, wie Fig. 12, wenn dieser Aufhängepunct $C$ in der Linie $CD$ gegen $E$ sinket, während der andere Punct $D$ der unbiegsamen Linie $CD$ in der Horizontalen fortgehet, und dadurch entweder in $D'$ oder in $D''$ zu stehen kommt, während $C$ bis $C'$ oder bis $C''$ gesunken ist.

4. Ist die Röhre $AB$ (Fig. 13) an einer Stange $CD$ befestiget, und in der verticalen Lage dieser unter einem Winkel $BDO = \varphi$ gegen die Horizontalebene $HO$ geneigt, bei $A$ aber mit einem Behälter $G$ versehen, welcher den Abfluſs des Wassers von der Öffnung $a$ verhindert, und in welchen Behälter durch eine am obern Theil desselben angebrachte Öffnung $wr$ sich Wasser gesammelt hat, sey es aus dem Flusse, dessen Niveau $HO$ ist, oder aus einer andern Röhre, so wird sich das im Behälter $G$ enthaltene Wasser aus $B'$ nur ergieſsen können, nachdem $AB$ in die Lage $A'B'$ gekommen, und somit $CD$ den Elongationswinkel $D'CD = e$ beschrieben hat; worauf sich dann das Wasser aus der Öffnung $B'$ ergieſst, die höher als $A$ liegt, indem $A$ in $A'$ noch höher als $B'$ zu stehen gekommen ist.

5. Es kann nach Nro. 11 dieselbe Neigung erhalten werden, ob (Fig. 13) der Punct $D$ sich durch den Bogen $DD'$ bewegt, und $CD$ in $CD'$ zu stehen kommt, oder ob (Fig. 14) der Punct $D$ nach der Horizontalen $HO$ fortgehet, dabei $C$ bis $C'$ sinket, und $CD$ in die Lage $C'D'$ kommt; in beiden Fällen wird sich, weil $B'$ tiefer als $A'$ liegt, das Wasser aus $B'$ ergieſsen; doch wird im zweiten Falle wegen der Vertiefung

$$CC' = DP = \text{quersin. } e$$

$B'$ etwas niedriger als im ersten, aber doch noch immer höher als $A$ zu stehen kommen, sobald der Verschiebungswinkel $DCD'$ in diesem nicht gröſser als der Elongationswinkel $DCD'$ im ersten Falle ist, und $AD = DB$ genommen wird.

6. Je gröſser (Fig. 13 und 14) der Inclinationswinkel $BDO = \varphi$ ist, welchen die Röhre mit der Wasserebene $HO$ macht, desto gröſser muſs auch (Fig. 13) der Elongationswinkel $DCD'$ oder der Verschiebungswinkel $DC'D'$ (Fig. 14) genommen werden, um die Röhre $AB$ in die geneigte Lage $A'B'$ zu bringen, und das Wasser aus $B'$ zu schütten.

7. Es ist offenbar, daſs eine Röhre $AB$ (Fig. 15), welche am niedrigsten Puncte bei $A$ mit einem Behälter versehen ist, nicht erst in die horizontale Lage $HO$ zu kommen braucht, bis die darin enthaltene Menge Wasser an die Öffnung $B$ reiche, und auszuflieſsen beginne, wenn dasselbe in der Röhre $AB$ oder dem gleichweiten Behälter $G$ schon unter der Inclination $\varphi$ der Röhre zu der Höhe $ab$ stehet, und daher schon um einen $n^{\text{ten}}$ Theil der Röhre, nämlich um $AE$ von $A$ gegen $B$ reicht. Durch Berechnung findet man (welche mit den Versuchen übereinstimmt), daſs, wenn die Länge der Röhre $AB = l$, und daher $AE = \frac{l}{n}$ die Wasserhöhe in derselben, vom tiefsten Puncte an gerechnet, nämlich $ab = \alpha$, und $x$ jenen Neigungswinkel bedeutet, unter welchem das Wasser bis zur Ausguſsmündung $B'$ kommen wird,

$$\sin. x = \frac{\alpha\sqrt{l^2 - n^2\alpha^2}}{nl\sqrt{l^2 - \alpha^2}} \,.\, \text{sin. tot.}$$

sey. Das ist, sobald der Neigungswinkel $\varphi$ auf den Neigungswinkel $x$ reducirt seyn wird, wird das Wasser bei $B'$ seyn, und bei der geringsten weitern Verkleinerung dieses Winkels bei $B'$ auszuflieſsen beginnen.

8. In dem Puncte, in welchem der Elongations- oder Verschiebungswinkel $DCD'$ (Fig. 16) gleich dem Neigungswinkel $BDO$ ist, wird die Röhre $A'B'$ mit der Wasserebene $HO$ parallel seyn, und das im Behälter $G$ enthaltene Wasser schon durch $A'B'$ auszufliefsen angefangen haben (7.), doch der Ausflufs nicht gänzlich vollendet seyn; daher mufs der Elongations- oder Verschiebungswinkel $e$ immer um etwas gröfser als der Neigungswinkel $\varphi$ genommen werden, und diesen Überschufs, nämlich $e - \varphi$, nenne ich das gröfste Gefäll, und wenn dieses gleich $H$ ist, so wird

$$H = e - \varphi \quad \text{und}$$
$$e = H + \varphi,$$

worin ich einstweilen alles in Graden eines Kreisbogens ausgedrückt verstehe.

Es mufs nämlich der Elongations- oder Verschiebungswinkel gleich der Summe des Inclinationswinkels und dem Winkel des gröfsten Gefälles, welches man dem Wasserabflufs in den Röhren geben will, genommen werden.

9. Wenn der Mittelpunct der Schwingung $D$, Fig. 17, anstatt den Bogen $DD'$ zu beschreiben, auf der Wasserebene $HO$ bis $q$ fortgehet, und dabei $C$ in $C''$ sinket, so wird an der Vergröfserung des Elongationswinkels, und somit nach Nro. 8 an der Neigung der Röhre gegen die Wasserebene oder dem gröfsten Gefälle $H$ gewonnen, denn es kommt sodann die Röhre $AB$ in die Richtung $TS$ zu stehen; dabei ist der neue Elongations- oder Verschiebungswinkel $E$ als äufserer Winkel des Dreieckes $qCC'' = e + h$, und das neue Gefäll oder der Neigungswinkel $X = H + m$ oder $= H + y$.

10. Da aber hier die Kraft in derselben Zeit, als der Punct $D$ durch den Bogen $DD'$ nach $D'$ gebracht werden soll, denselben auch von $D$ nach $q$ verschieben

soll, so verhält sich, wenn noch vorausgesetzt wird, daſs die gesammte Last auch durch den Bogen hindurch eben so wie auf der Horizontalen $HO$ unterstützt werden könnte, die Kraft der Verschiebung durch den Bogen zu der durch die Tangente, wie die Länge des rectificirten Bogens zur Länge der Tangente.

Da aber die Tangente eines Winkels desto schneller zunimmt, je gröſser dieser Winkel wird, die Tangente von 45 Graden gleich dem Halbmesser, und die von $90^0 = \infty$ wird, so hat der Elongations- oder Verschiebungswinkel $E$ seine Grenzen, die hier nicht überschritten werden können. Ist nun nicht $E$, sondern $e$ selbst diese Grenze, und darf nun einmal das bestimmte Gefäll $H$ nicht mehr vergröſsert, und zwar nicht gröſser als es dem Elongationswinkel $e$ im Vergleich mit der Inclination $\varphi$ der Röhre zukommt, genommen werden; so darf sich erstlich nur $C$ bis $C'$ vertiefen, $D$ nur bis $D'$ gehen, und zwar in derselben Zeit, als sonst der Bogen $DD'$ beschrieben würde; dadurch darf die Kraft, welche den Punct $D$ verschiebt, nicht nur allein nicht vermehrt, sondern kann sogar vermindert werden, und zwar im Verhältniſs des rectificirten Bogens $e$ zum Sinus $e$.

Denn wenn (Fig. 18) $E = e$ und $C'D'' = CD' = CD$ genommen wird, so ist wegen des Parallelismus zwischen $D'D''$ und $CD$, $CD'$ und $C'D''$

$$\psi = \psi,$$

Winkel, unter welchen die Röhren an der Stange befestiget sind,

erstlich $DD'' = D'P = \sin. e$,

zweitens $A''B''$ parallel mit $A'B'$,

also auch die Neigung $H$ der Röhren gegen die Horizontalebene dieselbe.

Die Gröſse, um welche dabei $B''$ niedriger als $A''$ zu stehen kommt, ist, wenn $l =$ der Länge der Röhre $A''B''$, der Winkel $B''D''A = H =$ dem gröſsten Gefälle, und $\varphi$ die anfängliche Inclination der Röhre $AB$ gegen die Horizontale $HO$ bedeutet, $= \frac{l \text{ sin. } H}{\text{sin. tot.}}$, und die Gröſse, um welche für eine Röhre $B''$ im tiefsten Puncte höher als $A$ zu stehen kommt, ist

$$= \tfrac{1}{2} l \, \frac{(\text{sin. } \varphi - \text{sin. } H)}{\text{sin. tot.}},$$

worin $H$ immer kleiner als $\varphi$ genommen werden muſs. Denn wenn für die zweite Art der Maschine $D$ in der Horizontalen $HO$ fortschwimmt oder fortgehet, und $AB$ in $D$ halbirt wird, so bleibt immer die eine Hälfte $AB$, so lange $e$ und $\varphi$ sich ungleich sind, unter der Horizontalen, und wegen $H < \varphi$ muſs auch $mB'' < nA$ seyn.

Aus diesem ergibt sich schon, daſs das gröſste Gefäll $H$ auch seine Grenzen hat, und zwar immer kleiner als die Inclination $\varphi$ der Röhren genommen werden müsse, wenn $B''$ höher als $A$ zu stehen kommen soll.

Kommt $AB$ in die Lage $A''B''$, so flieſst das durch $A$ geschöpfte, nun in $A''$ enthaltene, Wasser nach $B''$; wird hierauf $A''B''$ durch Verschiebung des Punctes $D''$ nach $D'''$ in die Lage $A'''B'''$ geführt, so strömt das nun in $B'''$ enthaltene Wasser durch die Öffnung $F$, die höher als $B''$, und folglich noch um vieles höher als $A$ ist.

Was von einer Röhre gilt, gilt auch von mehreren Röhren, die auf eine gleiche und ähnliche Art an einer unbiegsamen Stange $CD$ über einander unter demselben Winkel $\psi$ befestiget, und auf eine ähnliche und gleiche Art geschwungen oder verschoben werden.

11. Verbindet man nämlich (Fig. 19) mehrere Röhren $A'B'$, $E'F'$, $G'H'$, $I'K'$, $L'M'$ durch die Wasserbehälter

*A*, *E*, *G*, *I*, *L* so mit einander, wie die Fig. 20 anzeigt, so wird, wenn die Centrallinie *CD* senkrecht auf der horizontalen oder Wasserebene *WR*, und der Behälter *A*, der im obern Theile *ab* eine Öffnung hat, unter dem Wasserspiegel stehet, dieser sich mit Wasser füllen. Nimmt nun *CD*, sey es, daſs *D* sich durch den Bogen oder auf der Horizontalen *WR* bewegt, und auf eine oder andere Art durch die Wirkung einer äuſsern Kraft den Elongationswinkel *e* beschrieben hat, die Lage *C′D′* (Fig. 19) an, so ergieſst sich das im Behälter *A′* enthaltene Wasser durch die Röhre *A′B′* in den Behälter *E′* (10). Kehret nun *C′D′* wieder nach *CD* zurück, und nimmt andererseits die Lage *C″D″* (Fig. 21) an, so ergieſst sich das im Behälter *E″* enthaltene Wasser durch die *E″F″* in den Behälter *G″*, ohne etwas von demselben durch die Röhre *B″A″* (da deren Öffnung *B″* höher als die Abfluſsmündung *E″* stehet) in den Behälter *A″* zurückflieſsen zu lassen. Kehret nun hierauf *C″D″* wieder in die Lage *C′D′* (Fig. 19) zurück, so flieſst das Wasser während dessen aus dem Behälter *A′*, der sich mittlerweile wieder mit Wasser gefüllet hat, in den Behälter *E′*, und aus dem Behälter *G′* in den Behälter *I′* über, ohne davon etwas durch die Öffnungen *ab* und *F′* zurück zu geben. Nimmt hierauf *C′D′* wieder die Lage *C″D″* (Fig. 21) an, so flieſst das Wasser aus den Behältern *E″* und *I″* in die Behälter *G″* und *L″* über, und der Behälter *A″* füllet sich neuerdings. Kehret nach diesem das Ganze wieder in die Lage *C′D′* (Fig. 19) zurück, so leeren sich die Behälter *A′* und *G′*, es füllen sich die Behälter *E′* und *I′*, und das in *L′* enthaltene Wasser strömet durch die Öffnung *M* aus, die höher als der Wasserspiegel liegt, und gibt nun ferner, so oft die Vorrichtung in diese Lage kommt, so viel Wasser, als in dem Behälter *L* (Fig. 20) enthalten ist, oder

so viel, als jedes Mal der Schöpfer *A* in der Lage *CD* oder *C′D′* aufnimmt.

Es versteht sich nun von selbst, daſs, je mehr Röhren und Behälter über einander angebracht werden, desto höher das Wasser geleitet werden könne, und je gröſser diese Behälter sind, desto mehr Wasser sie auch aufnehmen und abgeben werden, zugleich aber auch, daſs in der wirklichen Ausführung gewisse Grenzen auch für benannte Rücksicht obwalten müssen.

12. Nach dem bisher Gesagten kann das Wasser auf zwei Arten gehoben werden, und zwar auf die erste Art durch Schwung, auf die zweite durch Verschiebung. Auf die erste Art ist die Maschine im Grunde und Aufriſs gezeichnet, es stellet allda Fig. 22 die Seitenansicht, Fig. 23 und 24 den Grundriſs vor.

Die Ausmessungen der einzelnen Theile der Maschine richten sich nach der Aufgabe, die durch selbe gelöset werden soll, nämlich nach der Höhe, zu welcher das Wasser gehoben werden soll, nach der Menge des Wassers, die in einer bestimmten Zeit zur gegebenen Höhe zu erheben ist, und nach der vorhandenen oder hierzu zu verwendenden Kraft, welche die Möglichkeit oder Unmöglichkeit der Lösung der Aufgabe bedingt.

Die Maschine selbst kann durch Menschenhände, durch flieſsendes Wasser oder andere Kräfte in Bewegung gesetzt werden. In der Abbildung derselben, Taf. 4, hatte ich mir die willkürliche Aufgabe gesetzt, bei jeder Kurbelumdrehung zwei Kubikfuſs Wasser auf eine Höhe von 60 Fuſs zu fördern, und für den Betrieb derselben bei hinreichendem Aufschlagwasser und Gefäll ein unterschlächtiges Wasserrad von erforderlichem Durchmesser und Schaufelfläche angenommen.

13. Die Erhebung des Wassers durch diese Maschine, und das endliche Ausflieſsen desselben aus den

obersten Röhrenmündungen $P$ und $O$ erkläret sich schon aus Nro. 11. Man darf nämlich auch hier nur die Centrallinie $HD$ der Maschine in die Elongationswinkel, welche durch die Umdrehung der Kurbel $ab$ dies- und jenseits der Verticalen $CD$ beschrieben werden, versetzen, und nach der erhaltenen Neigung der Röhren den Lauf des Wassers verfolgen, welches bei jedesmaliger Neigung abwechselnd in die Schöpfer $A$ und $B$ dringet, und so auch abwechselnd aus den untersten Röhren $om$, $om$ in die Behälter $g$ und $h$ sich ergieſst; so wird man finden, daſs dasselbe nach 20maliger Kurbelumdrehung, also schon bei der 21sten, 22sten, 23sten u. s. w. bei jeder fernern Umdrehung der Kurbel aus den obersten Mündungen der Röhren $P$ und $O$, und zwar bei der Schwingung von $D$ gegen $x$ zu, aus $P$, und bei der Schwingung von $D$ gegen $y$ hin, aus $O$ sich ergieſsen wird.

14. Während die Maschine in der mit Figur 22 angezeigten Lage sich befindet, stehen die Ausguſsmündungen $P$ und $O$ am höchsten, und schütten von diesem Stande aus rechts und links durch einen Bogen von $\varphi - x$ Graden kein Wasser, sobald aber in der Bewegung der Maschine von $e = 0$ Graden angefangen $e = (\varphi - x)^{\circ}$ wird, fängt das Wasser auszuflieſsen an, und der Ausfluſs desselben dauert sowohl rechts als links der Centrallinie $HD$ aus den Mündungen $P$ und $O$ für jede einzelne Schwingung oder Verschiebung durch die Zeit, welche der Punct $H$ verwendet, um einen Bogen zu beschreiben, der gleich $2(e - \varphi) + x$ Graden ist, worin nebst der für $e$ und $\varphi$ in Nro. 4 angenommenen Bedeutung aus Nro. 7

$$x = \text{arc. sin. } x = \frac{a\sqrt{l^2 - n a^2}}{n l \sqrt{l^2 - a^2}} \text{ sin. tot.}$$

ist, die dort angeführten Bezeichnungen beibehalten.

In der Ansicht von vorne, Fig. 23, stellet $A$ einen

Schöpfer vor; *h*, *h* sind die Behälter, in welche die Abflufs- oder Leitungsröhren von unten und die Einflufsröhren von oben eingelassen sind; *P* ist eine der Abflufsmündungen, welche die andere *O* verdeckt. Im Grundrifs, Fig. 24, sind *A* und *B* die beiden Schöpfer, *h* und *g* die über einander liegenden Behälter, und *o m* stellen die Röhren vor, welche die Behälter mit den Schöpfern, und Behälter mit Behältern verbinden, und das Wasser aus einem Behälter in den gegenüberstehenden leiten, sobald dieser unter jenen durch die Schwingung vertieft worden ist.

15. Wie angenommen, haben die Röhren in ihrer Länge $l$ Fufs, und sind, wenn der Körper in $k$, Fig. 22, vertical stehet, unter einem Winkel $\varphi = e - H$ gegen die Horizontale oder Wasserebene geneigt, daher wird die Basis der schiefen Ebene $b = l \cos. \varphi$, und die Höhe derselben $a = l \sin. \varphi$.

Soll nun allgemein das Wasser auf $A$ Fufs gehoben werden, so ist die Anzahl der Röhren

$$\mathfrak{N} = \frac{2A}{a} = \frac{2A \sin. \text{tot.}}{l \sin. \varphi},$$

und für $\varphi = 12°$, wenn die Maschine mit einer einzigen Röhrenleitung versehen seyn soll, $A = \mathfrak{N} b \,.\, 0{,}10627$. Soll die Maschine $\mathfrak{m}$ Röhrenleitungen haben, also $\mathfrak{m}$fach wirken, so wird $A = \frac{\mathfrak{N} b}{\mathfrak{m}} \,.\, 0{,}10627$, und daher die gesammte Anzahl der Röhren $\mathfrak{N} = \frac{\mathfrak{m} A}{0{,}10627\, b}$, die auch gleich der Anzahl der Behälter $\mathfrak{M}$ ist, von denen immer die eine Hälfte mit der andern Hälfte durch die besagten Röhren, wie in der Maschine Fig. 22 angezeigt, verbunden ist.

Die Anzahl dieser Röhren und Behälter wird jedoch bei einerlei Höhe des Wasserhubes um so kleiner, je

gröſser der Neigungswinkel $\varphi$, nnd je länger die Röhren genommen werden. Es muſs aber sodann, sobald $\varphi$ gröſser ist, auch der Elongationswinkel $e$ gröſser genommen werden, indem $e = \varphi + H$ ist. Würde hingegen $H$ kleiner genommen, so muſs hinwieder die Bewegung desto langsamer geschehen, damit das Wasser die nöthige Abfluſszeit aus den Röhren erhalten könne, welche Zeit sich wieder nach der Länge und Weite der Röhren, und nach dem gröſsten Gefälle $H$ richtet, um daraus das Maximum des Effectes, der bei einerlei Kraft und Geschwindigkeit derselben erzweckt werden kann, zu erhalten.

16. Die Erfahrung hat gelehret, daſs der Querschnitt eines durch eine Öffnung $O$ strömenden Wasserstrahles kleiner sey als die Öffnungsfläche, und daſs sich der Querschnitt des zusammengezogenen Wasserstrahles zur Öffnungsfläche wie 64 zu 100 verhalte; es wird daher, wenn $\Omega$ die Menge Wasser bedeutet, die sich auf einmal in einem Behälter befindet, $T$ die Abfluſszeit, und $V$ die Geschwindigkeit ist, mit welcher das Wasser aus den Leitungsröhren strömet,

$$O = \frac{\Omega}{0{,}64 \, . \, V T}, \quad \text{daraus}$$

$$T = \frac{\Omega}{0{,}64 \, . \, O V},$$

so auch gleich der Zeit der Schwankung vom einen Sack zum andern ist, und

$$V = \frac{\Omega}{0{,}64 \, . \, O T}.$$

Die Geschwindigkeit $V$ hängt aber auch von der Druckhöhe $i$ ab, welche dem gröſsten Gefälle $H$ zukommt, und es ist, wenn noch $\sigma$ den freien Fallraum in der ersten Secunde $= 16{,}803$ bair. Fuſs bedeutet, $V = 2\sqrt{i\sigma}$, und wegen $i = l \sin. H$ auch $V = 2\sqrt{l \sigma \sin. H}$, worin

$H$ veränderlich ist, dergestalt, daſs $H$ successive alle Werthe von o angefangen bis zu einer für $H$ bestimmten Gröſse annimmt. Dem zu Folge ergibt sich, wenn man $H$ nach und nach $= \frac{1}{2}^0$, $1^0$, $\frac{3}{2}^0$, $2^0$, $3\frac{1}{4}^0$ etc. bis zu $6^0$ setzet, und $l = 18{,}4$ Fuſs nimmt, das Gefäll oder die mittlere Druckhöhe $i = 1{,}0218$ Fuſs, und sonach $V = 8{,}6$ Fuſs per Secunde.

17. In Betreff des cubischen Inhaltes der Behälter oder Wassersäcke verstehet es sich von selbst, daſs derselbe mit der Menge Wasser, welche die Behälter aufnehmen und wieder abgeben sollen, im Verhältnisse stehen muſs, es darf wenigstens ihr Raum im Lichten nicht kleiner als die Wassermenge $\mathfrak{Q}$ seyn, welche die Maschine bei jeder einfachen Oscillation fördern soll, sondern gleich $\mathfrak{Q}$ selbst; daher, wenn $\mathfrak{M}$ die ganze Anzahl der Behälter, und $\rho$ das Gewicht eines bair. Kubikfuſses Regenwassers $= 44{,}4$ Pf. bedeutet, wird die ganze Last des Hubwassers (welches sich, wenn die Maschine beharrlich ihre Dienste thut, auf einmal in dem Körper $k$ befindet) $= \frac{1}{2} \mathfrak{M} \mathfrak{Q} \rho$, und dessen gröſste Entfernung von der Centrallinie $HD$ gleich der halben Basis der schiefen Ebene der Röhren $(\frac{1}{2} b)$, mehr der halben Dicke der Behälter $(\frac{1}{2} \beta)$, nämlich sie ist $= \frac{1}{2} b + \frac{1}{2} \beta$, oder, weil in Nro. 15 $\frac{1}{2} b = \frac{1}{2} l \cos. \varphi$ ist, so ist die gröſste Entfernung der Last von ihrem Drehungspuncte

$$= \frac{1}{2} l \cos. \varphi + \frac{1}{2} \beta$$

zu setzen. Bei jeder einfachen Oscillirung der Hebmaschine treten zwei bemerkbare Umstände ein, einer in der angezeigten verticalen Lage des Kastens, wo sich alles Hubwasser gleich dem Gewichte $\frac{1}{2} \mathfrak{M} \mathfrak{Q} \rho$ auf einer Seite der Lothlinie $HD$ befindet, und einer auſser dieser Lage, in welcher das gesammte Hubwasser an beiden Seiten der Lothlinie zu gleichen Theilen vertheilet ist. Im ersten Falle ist die Last $\frac{1}{2} \mathfrak{M} \mathfrak{Q} \rho$ in einer Entfer-

nung der Centrallinie $CD$ oder dem Unterstützungspuncte $C$, Fig. 22, die gleich der obigen Gröfse $\frac{1}{2} l \cos. \varphi + \frac{1}{2} \beta$ ist. Im zweiten Falle, wo diese Last an beiden Seiten der Centrallinie zu gleichen Theilen vertheilet ist, stehet sie mit sich selbst im Gleichgewichte, und der gesammte Widerstand reducirt sich für diesen einzelnen Moment auf die einzige Nebenlast, auf die Reibung, und einige andere Hindernisse von geringerer Bedeutung, als veränderlicher Widerstand der Luft, Einflufs der Witterung auf das Material, Trägheit der Materie etc., welche letztern ich vereiniget insgesammt $= y$ nenne.

18. Es sey ferner, mit Beibehaltung der Bedeutung der schon einmal angeführten Buchstaben, in der Lothlinie der Hebmaschine die Entfernung des Kraftpunctes von der Drehungsaxe $C$, $= D$ (Fig. 22), die Reibung in den Zapfenlagern der Drehungsaxe $= F$, die Kraft, die im Puncte $K$ applicirt mit der Last des Hubwassers $\frac{1}{2} \mathfrak{M} \Omega \rho$ im Gleichgewichte stehet, $= K$, das Gewicht der Hebmaschine oder des Körpers in $K$, nebst der halben Verbindungsstange $= M$, die gleichzeitigen Wege, welche Kraft und Last in einer Schwingung durchwandern, $= S$ und $s$, die Länge des Schwingungsbogens $= \mathfrak{B}$, und das Verhältnifs des Durchmessers zum Umfang oder die *Ludolph.* Zahl $3,14159 = \pi$, $\mathfrak{R}$ die gesammte Reibung; so ist einmal der Weg $S$, welchen die Kraft $K$ in einer Schwingung durchwandert, gleich der Länge des Schwingungsbogens, $\mathfrak{B} = \frac{e}{90^0} D \pi$, indem während einer Schwingung der Elongationswinkel $e$ dies- und jenseits der durch $C$ gehenden Lothlinie $CD$ beschrieben wird. Während nun die Kraft $K$ diesen Weg zurücklegt, wird die Last $\frac{1}{2} \mathfrak{M} \Omega \rho$ durch den Bogen

$$\frac{2e - x - H}{180}\left(\tfrac{1}{2} l \cos.\varphi + \tfrac{1}{2}\beta\right)\pi + \frac{H + x}{180}\left(\tfrac{1}{2} l \cos.\varphi + \tfrac{1}{2}\beta\right)\pi =$$

$$= \frac{e}{90^0}\left(\tfrac{1}{2} l \cos.\varphi + \tfrac{1}{2}\beta\right)\pi$$

geführt, worin nebst den schon angeführten Bedeutungen der Buchstaben

$$x = \text{arc. sin.}\, x = \frac{a\sqrt{l^2 - n a^2}}{n l \sqrt{l^2 - a^2}}\ \text{sin. tot.}\ \text{ist.}$$

19. Da die ganze Menge Wasser $\frac{1}{2}\mathfrak{M}\mathfrak{Q}\rho$ Pf. in dem Momente, sobald der Bogen $\frac{2e - x - H}{180^0}\left(\frac{1}{2} l \cos.\varphi + \frac{1}{2}\beta\right)\pi$ beschrieben ist, von einer Reihe der Behälter durch die Leitungsröhren in die Behälter der andern Seite abströmet, somit unter der Zeit, als von dem Endpuncte des Hebelarmes $\frac{1}{2} l \cos.\varphi + \frac{1}{2}\beta$ der Ergänzungs- oder Gefällsbogen $\frac{H + x}{180}\left(\frac{1}{2} l \cos.\varphi + \frac{1}{2}\beta\right)\pi$ abwärts beschrieben wird, auch mitunter, aber nur für ein Zeittheilchen, der in Nro. 17 angemerkte Umstand eintritt, wo das ganze Hubwasser zu gleichen Theilen an beiden Seiten der Centrallinie vertheilt ist, so kann auch der Weg, den die Kraft während einer Schwingung macht, in zwei Theile getheilt werden, und zwar in den ersten $= \frac{2e - x - H}{180^0} D\pi$, in welchem sie die ganze Last durch einen Bogen $= \frac{2e - x - H}{180}\left(\frac{1}{2} l \cos.\varphi + \frac{1}{2}\beta\right)\pi$ ziehet oder schiebt, als Maximum, und in einen zweiten $= \frac{H + x}{180} D\pi$, auf welchem durch sie die Last durch einen Weg $= \frac{H + x}{180}\left(\frac{1}{2} l \cos.\varphi + \frac{1}{2}\beta\right)\pi$ geführet wird, und auf welchem diese Last, von der Grenze o angefangen, successive wieder bis auf $\frac{1}{2}\mathfrak{M}\mathfrak{Q}\rho$, und mit Verzicht auf $\mathfrak{R}$ und $y$, im Mittel $= \frac{1}{2}\mathfrak{M}\mathfrak{Q}\rho \cos. e$ zu setzen ist. Daher ergeben sich für diese Maschine zwei Glei-

chungen, eine für das Maximum des Widerstandes, und die andere für das Medium desselben.

Auch könnte man noch eine dritte festsetzen, die für das Minimum nur in Bezug auf $\mathfrak{R}$ und $y$ Statt fände. Wird nun die Maschine nach der ersten dieser Gleichungen construirt, so wird sie auch sicher nach dem aus derselben resultirenden Kraftaufwande ihre Dienste thun.

20. Ist nun vorerst die Gleichung der Maschine für das Maximum des Widerstandes zu entwickeln, so ist, ohne Inbegriff ihrer Nebenlast $\mathfrak{R} + y$, das Moment der Kraft $KS = \frac{K(2e - x - H)}{180} D\pi$, und das Moment der Last

$$\tfrac{1}{2}\mathfrak{M}\mathfrak{Q}\rho s = \tfrac{1}{2}\mathfrak{M}\mathfrak{Q}\rho\left(\frac{2e - x - H}{180}\right)(\tfrac{1}{2}l\cos.\varphi + \tfrac{1}{2}\beta)\pi;$$

und da beide einander gleich sind, so ist

$$K\left(\frac{2e - x - H}{180}\right)D\pi =$$

$$= \tfrac{1}{2}\mathfrak{M}\mathfrak{Q}\rho\left(\frac{2e - x - H}{180}\right)(\tfrac{1}{2}l\cos.\varphi + \tfrac{1}{2}\beta)\pi$$

oder

$$DK = (\tfrac{1}{2}l\cos.\varphi + \tfrac{1}{2}\beta)(\tfrac{1}{2}\mathfrak{M}\mathfrak{Q}\rho),$$

daraus $$K = \frac{\tfrac{1}{2}\mathfrak{M}\mathfrak{Q}\rho(\tfrac{1}{2}l\cos.\varphi + \tfrac{1}{2}\beta)}{D}.$$

Bezeichnet $k$ die Kraft, die an der Stelle der bewegenden Kraft die Reibung der Hebmaschine in den Zapfenlagern der Drehungsaxe überwuchtet, $d$ den Durchmesser der Wellzapfen, und $\frac{n}{\mu}$ den Reibungscoefficienten, so ist

$$Dk = \tfrac{1}{2}dF, \quad \text{daraus} \quad k = \frac{\tfrac{1}{2}dF}{D},$$

und somit, wenn man $K + k = \mathfrak{K}$ setzet, mit Verzicht auf $y$,

$$\mathfrak{K} = \frac{\frac{1}{2}\mathfrak{M}\mathfrak{Q}\rho(\frac{1}{2}l\cos.\varphi + \frac{1}{2}\beta) + \frac{1}{2}dF}{D}$$

die Kraft, welche diese Maschine nach horizontaler Richtung in Bewegung setzet, sie mag nun durch Menschenhände, oder sonst durch eine mechanische Vorrichtung in Bewegung gesetzt werden.

21. Um nun auch die Reibung $F$ der Drehungsaxe zu bestimmen, denke man sich durch den Schwerpunct des Körpers in $K$ senkrecht auf die Drehungsaxe eine verticale Ebene, und in dieser die Richtungen der Kräfte und der Last, also den gesammten Druck auf die Zapfenlager vereiniget, so lassen sich $F$ und $k$, und auch $\mathfrak{K}$ genau bestimmen.

Es stehet aber die Reibung $F$ an der Drehungsaxe $C$ auch mit den Winkeln in Verbindung, welche die Hebelarme, an denen die Kräfte applicirt sind, mit der Horizontallinie machen; diese Winkel aber, da die Hebmaschine in Oscillation versetzt wird, ändern sich stetig, und zwar wie folget. In der verticalen Lage der Maschine, oder wenn Loth und Centrallinie übereinkommen, vertieft sich der Hebelarm der Last $\frac{1}{2}\mathfrak{M}\mathfrak{Q}\rho$ zu der durch den Punct $C$ gehenden Horizontallinie um den Winkel $\varphi$; wird nun der Elongationswinkel $e$ beschrieben, so wird sich der Hebelarm der Last entweder einerseits noch um ganz $e$ unter die Horizontallinie vertiefen, oder andererseits vom genannten Puncte aus um ganz $e$ erheben, so daſs die Grenze des Spielraums des Hebelarmes der Last $\frac{1}{2}\mathfrak{M}\mathfrak{Q}\rho$ abwärts unter die Horizontallinie $= e + \varphi$, und über dieselbe $e - \varphi = H$, also im Ganzen $= 2e$ ist, während seine gröſste Entfernung von der Horizontallinie, und zwar in Medio des Widerstandes, nur $= e + \varphi$ seyn kann, welchen veränderlichen Winkel ich $= \varphi'$ nenne. Der Winkel, welchen

der Hebelarm $D$, an dem die Kräfte $K$ und $k$ applicirt sind, mit der Horizontallinie macht, ist immer gleich der Ergänzung des *Elongationswinkels* $e$ zu $90^0$. Es sey dieser veränderliche Elongationswinkel $= e'$, so ist die Reibung an der Drehungsaxe

$$F = \frac{n}{\mu} \sqrt{[(\tfrac{1}{2} \mathfrak{M} \mathfrak{Q} \rho \cos. \varphi' + (K + k) \sin. e' + M)^2 + (\tfrac{1}{2} \mathfrak{M} \mathfrak{Q} \rho \sin. \varphi' - (K + k) \cos. e)^2]},$$

worin $M$ gleich dem Gewichte des Körpers in $K$ nebst jenem der halben Zugstange ist; und da $k = \frac{\frac{1}{2} d F}{D}$ ist, so ist auch die Kraft, welche für sich am Hebelarme $D$ die Reibung an der Drehungsaxe $C$ überwuchtet,

$$K = \frac{d n}{2 \mu D} \sqrt{[(\tfrac{1}{2} \mathfrak{M} \mathfrak{Q} \rho \cos. \varphi' + (K + k) \sin. e' + M)^2 + (\tfrac{1}{2} \mathfrak{M} \mathfrak{Q} \rho \sin. \varphi' - (K + k) \cos. e')^2]},$$

indem man bei der wirklichen Berechnung des $K$, da $k$ gegen $\frac{1}{2} \mathfrak{M} \mathfrak{Q} \rho$ und $K$ nicht sehr grofs ist, die Gröfse $k$ unter dem Wurzelzeichen für das erste Mal hinweg lassen, sodann den für $k$ gefundenen Werth in die Formel substituiren, und mit dieser Substitution so lange fortfahren kann, bis $k$ sich um keine merkliche Gröfse mehr ändert, wornach denn auch $F$ und $K + k = \mathfrak{K}$ durch Substitution vollkommen hinreichend bestimmt sind, und es ist nämlich durch

$$\mathfrak{K} = \frac{\frac{1}{2} \mathfrak{M} \mathfrak{Q} \rho (\frac{1}{2} l \cos. \varphi + \frac{1}{2} \beta)}{D}$$

$$+ \frac{\frac{d n}{2 \mu} \sqrt{[(\frac{1}{2} \mathfrak{M} \mathfrak{Q} \rho \cos. \varphi' + (K + k) \sin. e' + M)^2}}{D}$$

$$+ \frac{(\frac{1}{2} \mathfrak{M} \mathfrak{Q} \rho \sin. \varphi' - (K + k) \cos. e')^2]}{D}$$

die Kraft, welche, unmittelbar am Hebelarme $D$ appli-

cirt, die Hebmaschine hin und wieder schiebt und ziehet, ohne merklichen Fehler bestimmt.

22. Es werde nun die Maschine durch ein Rad in Bewegung gesetzt, in dessen Grindel eine Kurbel vom Halbmesser $r$ steckt, die durch ihre Lenkstange die Hebmaschine faſst, so muſs sich offenbar die Warze der Kurbel mit einer Kraft $\mathfrak{K}$ drehen, die gleich $K + k$ ist, wenn sie durch ihre Verbindungsstange die Hebmaschine hin und wieder schieben und ziehen sollte, auch muſs der Durchmesser des Kreises, den die Warze der Kurbel beschreibt, gleich der Sehne des ganzen Schwingungsbogens, also $2r = 2D \sin. e$ seyn, und folglich ist $r = D \sin. e$.

Setzt man nun den Halbmesser des unterschlächtigen Rades bis zu dem Stoſspuncte der Schaufelfläche $= R$, die Durchmesser seiner Wellzapfen $= \delta$, die Reibung in den Zapfenlagern desselben $= f$, die Kraft, welche, am Stoſspuncte des Hebelarmes $R$ applicirt, mit $\mathfrak{K}$ an der Warze der Kurbel im Gleichgewichte stehet, $= p$, die Kraft, welche im angegriffenen Puncte die Zapfenreibung $f$ überwuchtet, $= \mathfrak{f}$, und die Kraft, welche das Rad im Ganzen bewegt, $= \Pi$, so ist vorerst $\Pi = p + \mathfrak{f}$. Ferner, wenn noch $\varepsilon$ den veränderlichen Winkel bedeutet, welchen die Lenkstange mit der Kurbel $ab$ in ihrer Bewegung in dem Puncte $b$ macht, und die Kräfte $p$ und $\mathfrak{f}$ auf $R$ als senkrecht wirkend vorausgesetzt werden, so hat man

$$1)\quad \mathfrak{K} r \sin. \varepsilon = pR, \quad \text{daraus}$$

$$p = \frac{\mathfrak{K} r \sin. \varepsilon}{R};$$

$$2)\quad \tfrac{1}{2}\delta f = \mathfrak{f} R, \quad \text{daraus}$$

$$\mathfrak{f} = \frac{\tfrac{1}{2}\delta f}{R}, \quad \text{und somit}$$

$p + \mathfrak{k}$ oder $\Pi = \dfrac{\mathfrak{K} r \sin. 2 + \frac{1}{2} \delta f}{R}$;

die Kraft, welche, am Rande vom Halbmesser $R$ nach der Richtung der Tangente angebracht, die Maschine in Bewegung setzet.

23. Setzt man ferner, um die Reibung $f$ auch hier zu bestimmen, das Gewicht des Rades der Welle und der halben Lenkstange $= m$, und sind noch $\varepsilon$ der Winkel, unter welchem der Hebelarm $R$, und $\vartheta$ jener, unter welchem die Kurbel in den verschiedenen Lagen ihrer Umdrehung gegen die Horizontallinie geneigt sind, so ergibt sich dieselbe

$$f = \frac{n}{\mu} \sqrt{[(\mathfrak{K} \cos. \vartheta + (p + \mathfrak{k}) \cos. \varepsilon + m)^2 + (\mathfrak{K} \sin. \vartheta - (p + \mathfrak{k}) \sin. \varepsilon)^2]}.$$

Da man in Anwendung eines unterschlächtigen Wasserrades bei dem Baue des Grundwerkes und der übrigen Einrichtung desselben dahin zu sehen hat, dafs die nachfolgende Schaufel mit dem untern Ende die Oberfläche des Wassers erst dann berühre, wenn die vorangehende Schaufel ihren senkrechten Stand zu verlassen anfängt; so kann man ohne merklichen Fehler den Winkel $\varepsilon$ als sich immer gleich und $= 90$ Graden setzen. In diesem Falle ist $\sin. \varepsilon = 1$ und $\cos. \varepsilon = 0$, demnach

$$f = \frac{n}{\mu} \sqrt{[(\mathfrak{K} \cos. \vartheta + m)^2 + (\mathfrak{K} \sin. \vartheta - p - \mathfrak{k})^2]},$$

und wegen $\mathfrak{k} = \dfrac{\frac{1}{2} \delta f}{R}$

$$\mathfrak{k} = \frac{\delta n}{2 \mu R} \sqrt{[(\mathfrak{K} \cos. \vartheta + m)^2 + (\mathfrak{K} \sin. \vartheta - p - \mathfrak{k})^2]},$$

wo man bei der wirklichen Berechnung des $\mathfrak{k}$, da $\mathfrak{k}$ gegen $R$ und $p$ sehr klein ist, wie in Nro. 21 für die Berechnung des $k$ gesagt worden ist, verfahren kann, worauf durch Substitution mit Verzicht auf $y$ die Kraft, wel-

che das Rad in Bewegung setzet,

$$\Pi = \mathfrak{K} r \sin. \vartheta + \frac{\delta n}{2\mu} \sqrt{\left[(\mathfrak{K} \cos. \vartheta + m) + (\mathfrak{K} \sin. \vartheta - p + \mathfrak{f})^2\right]}$$

ist, in welche Gleichung nach schon vorangegangenen Bestimmungen statt $\mathfrak{K} = K + k$ der in Nro. 20 für $\mathfrak{K}$ gefundene Werth zu substituiren ist, wornach denn gleichfalls

$$\Pi R D = \tfrac{1}{2} \mathfrak{M} \mathfrak{Q} \rho (\tfrac{1}{2} l \cos. \varphi + \tfrac{1}{2} \beta) r \sin. \vartheta + \tfrac{1}{2} \delta f D + \tfrac{1}{2} d F r \sin. \vartheta$$

und

$$\Pi = \frac{\tfrac{1}{2} \mathfrak{M} \mathfrak{Q} \rho (\tfrac{1}{2} l \cos. \varphi + \tfrac{1}{2} \beta) r \sin. \vartheta + \tfrac{1}{2} \delta f D + \tfrac{1}{2} d F r \sin. \vartheta}{R D}$$

ist, in welche Gleichungen die für $f$ und $F$ vorhin in Nro. 21 und 23 gefundenen Werthe zu substituiren sind.

24. Würde bei Verkürzung der Kurbel ($r$), wie Fig. 22 zeigt, zwischen dem Rade und der Hebmaschine noch ein Mittelstück $MN$ nöthig, und nennet man bei diesem die Weite $MN = W$, die Weite $MO = w$, den Durchmesser der Zapfen $= \mathfrak{d}$, und die Reibung $= \mathfrak{f}$, so würde eben diese Gleichung

$$\Pi R w D = \tfrac{1}{2} \mathfrak{M} \mathfrak{Q} \rho (\tfrac{1}{2} l \cos. \varphi + \tfrac{1}{2} \beta) W r \sin. \vartheta + \tfrac{1}{2} \delta f w D + \tfrac{1}{2} \mathfrak{d} \mathfrak{f} D r \sin. \vartheta + \tfrac{1}{2} d F W r \sin. \vartheta,$$

und darnach

$$\Pi = \frac{\tfrac{1}{2} \mathfrak{M} \mathfrak{Q} \rho (\tfrac{1}{2} l \cos. \varphi + \tfrac{1}{2} \beta) W r \sin. \vartheta}{R w D} + \frac{\tfrac{1}{2} \delta f w D + \tfrac{1}{2} \mathfrak{d} \mathfrak{f} D r \sin. \vartheta + \tfrac{1}{2} d F W r \sin. \vartheta}{R w D},$$

in welchen, wenn die Kräfte an $MO$ als horizontal wirkend vorausgesetzt werden, und $\chi$ das Gewicht der bewegten Theile des Mittelstückes bedeutet, die Reibung

$$\mathfrak{f} = \frac{n}{\mu}\sqrt{x^2 + \left[\frac{R(W+w)(W-w)}{Ww}\right]^2}$$

zu setzen ist.

25. Gehet nun die Kraft $\Pi$ von einem unterschlächtigen Wasserrade aus, zu dessen Erzeugung hinreichendes Aufschlagwasser und Gefäll vorhanden ist, um nebst $\Pi$ auch jene Kraft zu geben, welche die unter dem Namen $y$ angeführten Hindernisse überwuchtet, so ist die Geschwindigkeit der Maschine anfangs einem stäten Wachsthum unterworfen; dieser Wachsthum aber nimmt in dem Maſse, wie die Überwucht der Kraft sich vermindert, nach und nach ab, und verschwindet endlich ganz, wenn Kraft und der gesammte Widerstand ins Gleichgewicht treten; die Schaufel des Rades, deren Ebene durch die Umdrehungsaxe gehet, mit einer bestimmten Geschwindigkeit $e$ ausweichen, und die Maschine durch den relativen Wasserstoſs $\Pi$ im Beharrungszustande sich fortbeweget.

Der Nutzen, den die Maschine dabei leistet, richtet sich theils nach der Quantität des Wassers, welches durch dieselbe gehoben wird, theils aber auch nach der Höhe, zu der sie das Wasser fördert, oder den Raum, durch den sie den Widerstand schiebt oder ziehet, und stehet also mit beiden Gröſsen, Last und Raum, im geraden Verhältnisse, also der absolute Effect der Maschine verhältniſsmäſsig mit ihrem Producte.

Je weniger Zeit die Maschine braucht, um diesen Effect hervorzubringen, desto wirksamer ist sie, also ihre Wirksamkeit verhältniſsmäſsig mit dem Producte der Last in ihre Geschwindigkeit, und somit nach dem Grundsatze der virtuellen Geschwindigkeiten im Beharrungszustande der Bewegung auch verhältniſsmäſsig mit $\Pi c$.

Soll nun $\Pi$ am vortheilhaftesten wirken, so muſs die

Maschine so construirt werden, daſs der Beharrungszustand erst dann eintritt, wenn $\Pi c$ ein Maximum ist. Übrigens ist die Breite der Schaufeln des unterschlächtigen Rades gewöhnlich gegeben, weil man sich damit nach der Tiefe des Wassers richten muſs, in welches sie sich eintauchen sollen; ihre Länge hängt sodann von der Menge Wasser ab, die erfordert wird, um auf die Schaufeln einen hinlänglichen Druck hervorzubringen; der Halbmesser des Rades hängt von der Gröſse des Widerstandes ab, der überwunden werden soll; die Länge der Kurbel von der Sehne des Schwingungsbogens, u. s. w.

Es sey nun $V$ die Wassermenge, welche der Canal in einer Secunde schüttet, $B$ ihr Querschnitt, $C$ ihre Geschwindigkeit, und $h$ das Gefäll. Ferner $P$ der absolute Wasserstoſs, $T$ die Umlaufszeit des Wasserrades, $c$ ihre Geschwindigkeit, $N$ die Anzahl ihrer Umläufe in einer Minute; und leisten nach hydrodynamischem Princip bei einer geneigten Ebene die auf einander folgenden Wassertheilchen durch Druck das, was in einem Gerinne das bewegte Wasser durch seine Geschwindigkeit leistet, so wird die Wirkung des Wassers auf eine noch ruhende Schaufel, oder der absolute Wasserstoſs $P = Bh\rho \, . \, \varkappa$, worin $\varkappa$ einen Coefficienten bedeutet, der von der guten oder bessern Construction des Grundbaues und des unterschlächtigen Rades abhängt.

Ferner wegen $h = \frac{C^2}{4\sigma}$

$$P = \frac{\varkappa B C^2 \rho}{4\sigma},$$

und weil die Schaufeln mit der Geschwindigkeit $c$ ausweichen,

$$\Pi = \frac{\varkappa B \rho [C - c]^2}{4\sigma},$$

somit das Bewegungsmoment

$$\Pi c = \frac{\varkappa B \rho [C-c]^2 . c}{4\sigma},$$

welches, wenn $C-c=x$ und $c=C-x$ gesetzt wird,

$$\Pi c = \frac{\varkappa B \rho x^2 [C-x]}{4\sigma}$$

wird; und dieses wird ein Maximum seyn, wenn

$$x^2 [C-x] = z \text{ ein Maximum ist.}$$

$$z = Cx^2 - x^3,$$

$$dz = 2Cx\,dx - 3x^2\,dx,$$

$$\frac{dz}{dx} = 2Cx - 3x^2,$$

$$0 = 2Cx - 3x^2,$$

$$x = \tfrac{2}{3}C,$$

also $\Pi c$ ein Maximum, wenn die Maschine so construirt wird, daſs der Beharrungszustand erst dann eintritt, wenn die Geschwindigkeit des Rades $c = C - x = \frac{1}{3}C$ ist.

(Der Beschluſs folgt.)

---

# VII.

# Fortschritte der Physik in der neuesten Zeit.

---

## *A.* Electricität.

### 1. Über die Unabhängigkeit mehrerer electrischer Ströme von einander. Von *Stephan Marianini*.

(*Annal. de Chim. etc. Tome* 42, *p.* 131.)

Unter allen Eigenschaften des Lichtes stehet die auſserordentliche Schnelligkeit, mit der sich dasselbe nach allen Seiten hin verbreitet, oben an; eine Eigenschaft, welche bei der äuſsersten Feinheit seiner Theil-

chen sehr wahrscheinlich die nicht minder erstaunungswürdige Fähigkeit erzeugt, mittelst welcher sich die Lichtstrahlen auf ihrem Wege durchkreuzen können, ohne die geringste Veränderung in ihren Eigenschaften zu erleiden. Aus Erfahrung wissen wir nämlich, dafs, wenn man durch eine kleine Öffnung sieht, vor welcher eine Menge verschiedenfarbiger Gegenstände zerstreut liegen, man sie alle deutlich mit ihren Naturfarben erblicken kann, ohne dafs die Vermischung der Lichtstrahlen, welche hier zu gleicher Zeit durch die kleine Öffnung dringen und sich da nach verschiedenen Richtungen kreuzen, durch ihr Zusammenstofsen eine bemerkbare Abänderung ihrer Natur oder ihrer Richtung erleiden; eine Erscheinung, welche sich selbst mittelst zweier oder mehrerer Hohlspiegel künstlich darstellen läfst. — Man stelle nämlich zwei Hohlspiegel so, dafs ihre Axen sich durchkreuzen, stelle vor den einen derselben was immer für einen Gegenstand, eine rothe Kugel z. B., in einer solchen Entfernung, dafs der Spiegel ihr Bild in dem gemeinen Durchschnitte der beiden Axen entwerfe. Man stelle ferner einen zweiten Gegenstand, z. B. eine grüne Kugel, dem zweiten Spiegel so gegenüber, dafs deren Bild ebenfalls in demselben Durchschnitte der beiden Axen entworfen werde.

Folget nun das Auge des Beobachters der Axe des ersten Spiegels, so wird er das Bild der rothen Kugel sehen, er wird jenes der grünen genau an demselben Orte erblicken, wenn sein Auge in der Richtung der Axe des zweiten Spiegels dahin sieht.

Diese Erfahrung beweiset offenbar, dafs die von zwei verschiedenen Gegenständen kommenden Lichtstrahlen sich durchkreuzen können, ohne die mindeste Veränderung zu erleiden.

Da das electrische Fluidum in der Schnelligkeit sich

zu verbreiten der des Lichtes in nichts nachstehet, so fragt es sich, ob dasselbe uns nicht auch analoge Erscheinungen darbiete, als wir eben im Lichte bemerket haben.

Wirklich ist diefs der Fall. — Folgende Versuche sollen uns zeigen, dafs die electrischen Ströme unverändert bleiben, wenn sie auch Räume durchlaufen, durch welche schon andere electrische Ströme gehen.

Der einfachste Fall ist der, wo zwei electrische Ströme sich unter rechten Winkeln durchkreuzen. *Marianini* nahm, um diesen Versuch anzustellen, einen hölzernen Würfel, dessen Seite 3 Centimeter mafs, versah vier von den Seitenflächen dieses Würfels, von denen je zwei und zwei unter sich parallele waren, jede in ihrer Mitte mit einer Schraube, und befestigte durch diese an jeder der vier Flächen einen rechtwinkeligen Metallstreifen von 8 Centimetern in der Länge, und etwas weniger als 2 Centimetern in der Breite. Seine Absicht bei diesem Versuche war, zwei durch einfache und gleiche Electromotoren erregte electrische Strömungen in Opposition zu setzen; dem zu Folge brachte er an einer der Seitenflächen eine Zinkplatte an, und auf der andern ihr entgegengesetzten gleichlaufenden Fläche eine gleiche Kupferplatte, welche er dadurch mit einander in Verbindung setzte, dafs er unter die Schrauben, welche sie hielten, die Drahtende eines Multiplicators befestigte, während er den Platten selbst über die eine Seitenfläche des Würfels einen Vorsprung von 6 Centimetern liefs.

Nachdem dieses Plattenpaar bis zur Tiefe von 5 Centimetern in leicht gesalzenes Wasser getaucht wurde, wich die Nadel des Multiplicators um 12° ab.

Nun befestigte er an die zwei andern Flächen des Würfels, welche ebenfalls mit Schrauben versehen wa-

ren, zwei andere ähnliche Platten, die eine von Zink, die andere von Kupfer, und brachte sie dadurch mit einander in Verbindung, dafs er unter den Schrauben, welche sie hielten, die Enden eines Ladungsdrahtes befestigte. Alle vier Platten, welche über dieselbe Fläche des Würfels den gleichen Vorsprung hatten, wurden nun in dieselbe obengenannte Flüssigkeit versenkt, und die Abweichung der Nadel betrug auch nicht mehr als 12°.

Diese Erfahrung zeigt, dafs die Wirkung eines Paares Electromotoren auf die Magnetnadel nicht verändert werde, wenn auch das durch sie erregte electrische Fluidum, als die Ursache ihrer Abweichung, gezwungen werde, ein Flüssiges zu durchströmen, welches schon durch einen andern von einem dem ersten gleichen Electromotor erzeigten electrischen Strom in einer auf dasselbe senkreckten Richtung durchlaufen wird.

Nun substituirte *Marianini* statt des Electromotors, der mit dem Multiplicator in Verbindung stand, einen schwächern, der wie der erste aus zwei gleich grofsen Platten, die eine aus Zinn, die andere aus Messing, bestand, nahm den Ladungsdraht, welcher die zwei andern Platten verband, hinweg, und erhielt bei Beobachtung der electromagnetischen Wirkung eine Abweichung von beinahe 3°; verband hierauf wieder die Zink- und Kupferplatte durch den Ladungsdraht, und die electromagnetische Wirkung blieb unverändert dieselbe.

Auch die Resultate, welche sich durch andere diesen ähnliche Versuche ergaben, bei denen zwei entgegengesetzte electrische Strömungen durch zwei *Volta*'sche Elementar-Apparate von gleicher, und auch von verschiedener Stärke hervorgebracht wurden, verblieben selbst unter Anwendung verschiedener Flüssigkeiten, sie mochten eine kleinere oder gröfsere Leitungsfähigkeit besitzen, immer dieselben.

Er wollte nun zwei Strömungen sich durchkreuzen lassen, von denen die eine durch einen einfachen, die andere durch einen zusammengesetzten Apparat hervorgebracht wurde. Zu dem Ende nahm er von dem Würfel die Kupfer- und Zinkplatte, welche mit einander durch den Ladungsdraht verbunden waren, hinweg, substituirte statt derselben zwei gleiche Messingplatten, und verband die eine mit dem positiven, die andere mit dem negativen Pole eines Becherapparates von 20 Plattenpaaren, deren wirkende Oberflächen beinahe 6 Quadrat-Centimeter hatten; der einfache Electromotor, der mit dem Multiplicator in Verbindung stand, verblieb in derselben Einfachheit von zwei Platten, nämlich die eine von Zink, die andere von Blei, welche auf die schon angezeigte Art an zwei sich gegenüberstehende Seitenflächen des Würfels befestiget waren. Nachdem die Extremitäten der vier Platten in Salzwasser getaucht, und die electrischen Strömungen angefangen hatten, wich die Nadel des Multiplicators um 10° ab; er hob nun die Verbindung zwischen den Messingplatten und den Polen des Apparates auf, stellte wie gewöhnlich die Verbindung des Plattenpaares von Blei und Zink mit dem Flüssigen her, und die Abweichung verblieb dieselbe.

Für den obigen Becherapparat substituirte nun *Marianini* einen anderen von gleichfalls 20 Plattenpaaren, deren Flächen fast vier Mal gröſser als jene der ersten waren, und erhielt bei Wiederholung des Experimentes, in welchem der einfache Electromotor, der mit dem Multiplicator in Verbindung stand, nicht verändert wurde, dasselbe Resultat; ja er konnte selbst bei Anwendung eines Electromotors von 100 und selbst von 200 Plattenpaaren durch dessen kräftige Strömungen die Wirkung des schwachen electrischen Stromes auf die Ma-

gnetnadel, der durch die Blei- und Zinkplatte erzeugt, und von jenen durchkreuzt wurde, nicht verändern.

Um nun auch die electrischen Strömungen zweier zusammengesetzten Electromotore sich entgegen zu setzen, nahm *Marianini* statt der Blei- und Zinkplatte zwei Messingplatten, die an Gröfse denjenigen gleich kamen, mit denen schon die zwei anderen Flächen des Würfels versehen waren, verband sie mit den Polen eines Electromotors von 10 Plattenpaaren, und zugleich mit den Drahtenden eines Multiplicators, liefs die Strömungen ihren gewöhnlichen Kreis beschreiben, und erhielt eine Abweichung von 14°; diese verblieb sich gleich, nachdem er bei Erneuerung des Experimentes die Messingplatten der zwei andern Flächen des Würfels mit den Polen anderer Becherapparate von 10 bis 200 Plattenpaaren in Verbindung gesetzt hatte.

Bis daher liefs *Marianini* die zwei electrischen Strömungen, welche sich wechselseitig durchschnitten, zu gleicher Zeit vor sich gehen; diese Gleichzeitigkeit mochte vielleicht Ursache gewesen seyn, dafs es unmöglich war, den Einflufs darzuthun, welche die eine der Strömungen auf die andere in Vermehrung oder Verminderung der Wirkung auf die Magnetnadel ausübte.

Aus dieser Ursache wiederholte er das zuletzt beschriebene Experiment, und liefs den Apparat von 200 Plattenpaaren erst dann in Wirksamkeit treten, nachdem der Zeiger des Multiplicators, welcher durch den Apparat von 10 Plattenpaaren in Bewegung gesetzt wurde, eine Abweichung von 10° anzeigte, und nun ganz unbeweglich war. Aber auch hier, nachdem der zweite Apparat in Wirksamkeit trat, zeigte sich in dem Stande der Magnetnadel nicht die geringste Veränderung.

Er wiederholte mehrmals diese Experimente, indem er auf angezeigte Weise Strömungen von zwei Elec-

tromotoren sich durchkreuzen liefs, welche entweder an der Oberfläche der Platten, oder in der Anzahl der Plattenpaare verschieden waren, aber die Resultate verblieben dieselben, so dafs er durch dieselben die Überzeugung erhielt, dafs die Wirkung eines electrischen Stromes sich keinesweges ändere, wenn derselbe durch ein Flüssiges gehet, welches ein anderer verschiedener electrischer Strom in einer auf ihn senkrechten Richtung durchkreuzet.

Er wollte nun sehen, ob es sich auch also verhalte, wenn drei electrische Strömungen sich unter Winkeln durchschneiden; zu dieser Absicht nahm er einen hohlen gläsernen Würfel von 3 Centimetern-Seite, machte in die Mitte jeder seiner Seitenflächen ein Loch, pafste in eines dieser Löcher einen Messingstöpsel so ein, dafs er wieder heraus genommen werden konnte, um den innern Raum des Würfels mit den nöthigen Flüssigkeiten ausfüllen zu können, verschlofs sonach jedes der übrigen Löcher mit einem kleinen Messingstreifen, welcher mit Siegellack befestigt wurde, und verband mit diesen Messingstreifen, den kleinen Stöpsel ausgenommen, mittelst kleiner Messingdrähte eben so viele Bleistreifen; war nun der Würfel mit der Flüssigkeit gefüllet, verband er einen der Bleistreifen mit dem positiven Pol eines Becherapparats von 5 Plattenpaaren, und den Streifen der entgegengesetzten Seite mit einem Drahtende des Multiplicators, dessen anderes Ende mit dem negativen Pol des nämlichen Apparates verbunden war, und die Abweichung der Nadel betrug 15°. — Nun unterdrückte er diesen Kreis, verband die zwei Bleistreifen zweier entgegengesetzten Flächen des Würfels mit den äufsersten Bechern eines andern *Volta*'schen Apparats von 50 Paaren, in welchem er gleichfalls die Strömung des electrischen Fluidums noch nicht vor sich gehen

liefs. Nachdem die Sache also angeordnet war, stellte er die Verbindung des Apparates von 5 Plattenpaaren mit dem Multiplicator wieder her, liefs auch zu gleicher Zeit die electrischen Strömungen der zwei andern Apparate vor sich gehen, aber die Nadel wich auch hier, wie vorhin, um nicht mehr und nicht weniger als um 15° ab.

In einem andern Versuche liefs *Marianini*, anstatt die drei Strömungen auf ein Mal hervorzubringen, zuerst allein jenen vor sich gehen, der mit den Drahtenden des Multiplicators in Verbindung stand, wartete, ohne den Kreis zu unterbrechen, bis die Magnetnadel zu schwingen aufhörte, und als sie in Ruhe war, betrug ihre Abweichung 5°.

Er stellte nun den electrischen Kreislauf in den zwei andern Electromotoren her, aber die Nadel behielt, ohne die geringste Bewegung zu machen, noch ihre erste Lage bei. Eben so wenig ergab sich ein Unterschied in den Resultaten anderer Experimente, bei welchen der electrische Strom eines Apparates von 5 bis 25 Plattenpaaren in einem Flüssigen, von andern electrischen Strömungen, die durch Apparate von 100 Plattenpaaren hervorgebracht unter rechten Winkeln durchkreuzet wurde.

Um endlich auch die electrischen Ströme zu zwingen, sich bei ihrem Durchgange durch das Flüssige unter gröfsern oder kleinern spitzen Winkeln zu schneiden, nahm er eine Glasröhre von 11 Centim. Länge und 1 Centim. innern Durchmesser, verschlofs die eine ihrer Extremitäten mit einer Messingplatte, und versah die andere mit einem Stöpsel von demselben Metall. An die Seitenwand dieser Röhre, und in einer mit der Axe derselben parallelen Richtung, brachte er drei Löcher an, deren Entfernung eine von der andern 2,7 C. be-

trug, und auf der andern Seite, dieser gerade gegenüber, drei andere Löcher; verschloſs alle diese Löcher mit kleinen Messingplatten, und befestigte an sie, so wie an den Stöpsel und an der Grundfläche der Röhre, kleine Bleistreifen, um nöthigenfalls die erforderlichen Verbindungen mit den Polen der Electromotoren herzustellen.

Nachdem der Apparat also ordinirt war, füllte er die Röhre mit Salzwasser, verband den Streifen des vordern Loches, welches dem Stöpsel am nächsten war, mit dem positiven Pol eines Electromotors von 20 Paaren, und den Streifen des hintern Loches auf der entgegengesetzten Seite, der sich zunächst der Basis der Röhre befand, mit einem Drahtende des Multiplicators, und das andere Drahtende mit dem negativen Pole desselben Electromotors, lieſs die electrischen Strömungen vor sich gehen, und die Abweichung der Nadel betrug 15°. Nachdem der Kreislauf unterbrochen wurde, und die Nadel zu oscilliren aufhörte, verband er den Streifen des hintern Loches, welches dem Stöpsel am nächsten war, mit dem positiven Pole eines Apparates von 20 Plattenpaaren, und jenen des vordern Loches an der entgegengesetzten Seite, welcher der Basis der Röhre am nächsten war, mit dem negativen Pole, und die electromagnetische Wirkung war dieselbe. Er lieſs nun den Strom, der durch den Multiplicatordraht geleitet wurde, die in der Röhre enthaltene Flüssigkeit ihrer ganzen Länge nach durchlaufen, und zwar gleichzeitig mit zwei andern electrischen Strömungen, die sich in derselben Flüssigkeit wie im vorhergehenden Experimente unter spitzen Winkeln durchschnitten, und das Resultat der Abweichung war 12°. Sie verblieb auch bei Wiederholung des Experimentes, in welchen die

zwei sich durchschneidenden electrischen Ströme abgeschnitten wurden, eben dieselbe.

Aus diesen Experimenten, welche übrigens *Marianini* auf verschiedene Art abgeändert hatte, schliefsen wir, dafs zwei electrische Ströme, welche sich in einer Flüssigkeit unter sehr spitzen Winkeln schneiden, sich nicht schwächen, auch die Wirkung eines dritten Stromes, der sie gleichfalls durchkreuzet, nicht abändern.

*Marianini* leitete neuerdings die Electricität, welche das Flüssige von einem Ende der Röhre bis zum andern durchströmte, über den Multiplicatordraht, und richtete zu gleicher Zeit die drei electrischen Ströme so durch das Flüssige, dafs alle auf die Richtung desjenigen, welcher auf die Magnetnadel wirken sollte, perpendiculär waren; auch für diesen Fall verblieb dieselbe Abweichung von 12°. Er wollte auch untersuchen, ob die electrische Wirkung auf die Magnetnadel sich schwächen würde, wenn das electrische Fluidum durch ein Flüssiges gehet, in welchem sich parallel mit demselben ein oder zwei electrische Ströme bewegten; aber in Hinsicht des kleinen Volumens des Flüssigen, das sie durchströmen, und der geringen Entfernung von 2,7 C., durch die sie von einander getrennt waren, hielt er diese Versuche nicht für hinlänglich entscheidend, er verschaffte sich daher einen hohlen gläsernen Würfel, dessen Seite 5 Centimeter mafs, versah eine der Flächen desselben mit drei Löchern, und jedes Loch mit einer gewöhnlichen Metallbelegung, eines von dem andern 1 Centimeter entfernt. Drei andere Löcher wurden in derselben Ordnung an der entgegengesetzten Fläche angebracht, und der Würfel mit Wasser angefüllt.

Er liefs nun dieses Wasser durch drei electrische Strömungen durchstreichen, von denen nur einer auf

den Multiplicator wirkte; es mochten aber die Strömungen nach derselben Richtung vor sich gehen, oder im entgegengesetzten Sinne, so war dennoch die Abweichung der Magnetnadel unverändert dieselbe, als wenn das Flüssige nur allein durch das electrische Fluidum, welches auf die Nadel wirkte, durchströmt würde.

In diesen Versuchen dürfen aber die electrischen Strömungen der *Volta*'schen Apparate, welche nicht auf den Multiplicator wirken, in dem nassen Leiter, den sie zu durchlaufen haben, keine gröfseren Hindernisse finden, als ihnen der Electromotor, der auf den Multiplicator zu wirken hat, darbieten würde, weil sich sonst ein Theil ihrer Electricität einen Weg durch den Electromotor selbst bahnen, und folglich die Wirkung desselben verändern würde.

Bisher konnte man noch ungewifs seyn, ob die electrischen Ströme, welche durch denselben Leiter gehen, sich ändern oder nicht, oder vielmehr, ob die einen auf die andern so einwirken, dafs dadurch ihre Effecte nur in dem Theile, wo sie einander parallel einen Conductor durchlaufen, modificirt würden, und nicht in andern Theilen dieses Conductors; defswegen machte er den Versuch, mehrere electrische Ströme über einen und denselben Multiplicatordraht zu leiten. Zu dem Ende befestigte er an eine der Extremitäten des Drahtes einen länglichen Bleistreifen, der in eine Tasse Wasser getaucht war, und versenkte in eine andere Tasse einen zweiten, dem ersten ähnlichen Bleistreifen, der mit der andern Extremität des Drahtes in Verbindung stand. Dann wurde ein Bleistreifen, welcher einerseits mit dem positiven Pole eines *Volta*'schen Apparats von 25 Plattenpaaren verbunden war, in die eine dieser Tassen, und in die andere Tasse ein zweiter, dem ersten ähnlicher Bleistreifen, der mit dem negativen Pole des Electro-

motors in Verbindung stand, versenkt. Unter diesen Umständen betrug die Abweichung der Nadel 20°. Nun unterbrach er den Strom, ohne dieserwegen die Bleistreifen zu verrücken, untersuchte auf ähnliche Art die Wirkung eines zweiten Electromotors von 50 Plattenpaaren, und erhielt eine Abweichung von 25°. Er unterbrach sodann den Strom nicht, und nachdem die Nadel ihre Schwingungen aufgehört hatte, betrug die Abweichung 6°.

Um sich zu versichern, ob der Electromotor von 25 Plattenpaaren noch dieselbe Wirkung thue, obwohl die Electricität des Apparats von 50 Paaren schon den Draht des Multiplicators durchlief, wandte er das Gehäuse des Multiplicators dergestalt, daſs die Nadel dem Nullpuncte der Scala entsprach, stellte den Strom des Apparats von 25 Plattenpaaren her, und die Nadel wich genau um dieselben 20° wie vorhin ab.

In diesem Experimente folgten die zwei Strömungen dem Multiplicatordraht in derselben Richtung, er lieſs ihn aber auch durch sie im entgegengesetzten Sinne durchlaufen, und das Resultat der Abweichung war dasselbe, nur statt östlich war sie westlich; so mochte er auch über den Draht des Multiplicators die electrischen Strömungen von 4 Electromotoren (von 50 Plattenpaaren jeder) leiten, so brachte doch jener von 25 Plattenpaaren immer eine und dieselbe Wirkung hervor.

In allen bisher beschriebenen Experimenten bediente sich *Marianini* des Multiplicators, als ein Instrument, durch welches am leichtesten die kleinen Unterschiede der electrischen Wirkungen zu erkennen sind, ohne jedoch die übrigen Wirkungen der Electromotoren, als den Geschmack, die Erschütterungen, die electrischen Spannungen etc. zu vernachlässigen, aber niemals gewahrte er einen Unterschied zwischen den Wirkungen eines electrischen Stromes, der durch ein

Flüssiges ging, wodurch schon andere electrische Strömungen ihren Kreislauf machten, und jenen, die durch denselben Strom erzeugt wurden, wenn keine andern Electricitäten denselben nassen Conductor durchliefen. Mithin bleibt es durch die vorhergehenden Erfahrungen erwiesen, dafs die Leitungsfähigkeit der Flüssigen durch das Einleiten eines oder mehrerer electrischen Ströme nicht verändert wird. Diese Thatsache *) wird man vielleicht der *Franklin*'schen Theorie mehr angemessen finden, als jener, welche die Electricität als ein zusammengesetztes Fluidum betrachtet; denn es bleibt ausgemacht, dafs, wenn zwei oder mehrere electrische Ströme zu gleicher Zeit durch einen Leiter gehen, in welchem sie sich auf irgend eine Art durchkreuzen, sie mögen nun alle nach einerlei Seite gerichtet seyn, oder die einen mit den andern in einer entgegengesetzten Richtung gehen, sie mögen durch gleiche oder ungleiche Electromotoren erregt werden, die eine der Strömungen durch die Action der übrigen keine wahrnehmbare Veränderung erleide. Wir haben in dieser Thatsache, sagt *Marianini*, wenn ich nicht irre, eine neue und merkwürdige Analogie zwischen der Fortpflanzung der Electricität und des Lichtes.

Eine andere Thatsache, welche gleichfalls die Theorie der Annahme eines einzigen Fluidums unterstützet, ist folgende: Man nehme ein Blatt von Zinn oder einem

---

*) Eine Thatsache, welche sich viel leichter nach der *Franklin*'schen Theorie erklären läfst, ist die: dafs, wenn man in einem nach *Novellani's* oder *Wollaston's* Methode verfertigten Electromotor, die kräftiger als die übrigen wirken, die electro-negative Platte mehr in das Flüssige versenkt, die Wirkung gröfser ist, als wenn die electro-positive Platte einer gröfsern nassen Oberfläche ausgesetzt wird.

andern Metalle, das 18 oder 20 Quadrat-Centim. Oberfläche hat, und an einer Seite in einen schmalen Streifen ausläuft, versenke dieses Blatt in ein Glas Wasser, und den Streifen in ein anderes, thue in das Glas, in welches der Streifen versenkt ist, eine electro-positive Platte, z. B. von Zink, und in das andere Glas eine ähnliche, aber electro-negative Platte, z. B. von Kupfer, doch so, daſs weder die eine noch die andere dieser Platten das Blatt berühre. Vereiniget man sodann mittelst eines Multiplicatordrahtes die Zinkplatte mit der Kupferplatte, so wird man eine Abweichung von 2° erhalten. Versenket man hierauf die Kupferplatte in das Glas, in welches der Streifen getaucht ist, und die Zinkplatte in das andere Glas, so wird der Effect um vieles gröſser seyn. Dieſs ist eine Erscheinung, die sich nach *Marianini's* Meinung durch die Annahme zweier electrischen Flüssigen wohl nicht erklären läſst, weil einerseits, wenn die Zinkplatte sich in dem Glase befindet, worin der Streifen versenkt ist, die Passage für die Glaselectricität erschweret, für die Harzelectricität aber erleichtert wird, andererseits aber, wenn Kupfer an die Stelle von Zink, und dieses letzte an die Stelle von Kupfer gesetzt wird, die Passage der Harzelectricität erschweret, jene der Glaselectricität aber erleichtert wird, und so mithin keine Ursache vorhanden ist, warum die Wirkungen verschieden seyen. Nimmt man aber nur ein einziges Fluidum an, so begreift man wohl, wie im ersten Falle das electrische Fluidum, das sich im Flüssigen strahlenartig ausbreitet, einen schwereren Durchgang findet als im zweiten, woraus denn auch folget, daſs der electro-magnetische Effect, der vorzüglich von der Schnelligkeit des electrischen Fluidums abhängt, im ersten Falle schwächer, und im zweiten beträchtlicher seyn müsse.

## 2. Entgegengesetzte electrische Ströme neutralisiren sich nicht. Von *Kemp*.

*(Edinb. journ. of nat. and geog. sc. N. II., p. 91.)*

Mit dem vorhergehenden Aufsatze steht der folgende in nächster Verbindung, nur berücksichtiget er vorzüglich die chemische Wirkung der electrischen Ströme, während jener auf ihre electro-magnetische Wirkung besondere Rücksicht nahm. Darum sollen auch hier beide unmittelbar auf einander folgen.

Man stelle eine Kupfer- und Zinkplatte jede von 4″ ins Gevierte in ein gläsernes Gefäſs mit Salzwasser, verbinde die beiden Platten durch eine ununterbrochene metallische Leitung mit einem Multiplicator, so wird der electrische Strom, der durch die einfache Kupfer- und Zinkplatte erregt wird, von der Kupferplatte aus zur Zinkplatte übergehen, und dabei die natürliche Lage der Nadel des Multiplicators verändern.

Leitet man nun auch über den Theil der metallischen Leitung des einfachen Plattenpaares, welcher mit dem Multiplicator in Verbindung ist, und sich zunächst der Nadel befindet, den electrischen Strom eines Becherapparates von 60 Plattenpaaren, jede Platte von 2″ ins Gevierte, so wird dieser, wenn er mit dem ersten in entgegengesetzter Richtung gehet, in dem Stande der Nadel keine weitere Veränderung mehr bewirken; erfolget der electrische Strom des zusammengesetzten Apparats mit jenem, der durch das einfache Plattenpaar erregt wird, in einerlei Richtung, so wird der Effect des einfachen nur um etwas weniges vergröſsert. Um sich zu überzeugen, daſs aus dem zusammengesetzten Electromotor wirklich Electricität erregt werde, darf man nur die metallische Leitung entzwei schneiden, und die Drahtende in Wasser stecken, welches sich alsogleich

und so lange zersetzen wird, als das Experiment dauert.

Wurde ferner der electrische Strom einer starken Electrisirmaschine in einer mit dem Strome, der durch das einfache Plattenpaar erregt wird, entgegengesetzten Richtung über den Draht des Multiplicators geleitet, so veränderte auch dieser die Wirkung des einfachen Electromotors nicht, es trat auch dann noch keine Veränderung ein, wenn dieser Strom mit jenem des einfachen Electromotors über den Draht in einerlei Richtung geleitet wurde.

In der Versammlung am 20. Jänner 1829 der k. physikalischen Gesellschaft zu Edinburg wurde eine Batterie über den Draht, welcher das electrische Fluidum eines einzelnen Plattenpaares leitete, entladen, und nicht die mindeste Wirkung wurde dadurch auf die Magnetnadel hervorgebracht, sowohl wenn der electrische Strom in derselben Richtung wie jener des einfachen Plattenpaares, als in einer ihm entgegengesetzten Richtung geführt wurde.

Durch folgendes Experiment wird gezeigt, daſs ein Draht, welcher eine ununterbrochene metallische Kette zwischen den entgegengesetzten Polen einer *Volta*'schen Batterie bildet, auf jeden seiner Theile, der zu gleicher Zeit in dem Kreis einer andern galvanischen Batterie sich befindet, sowohl positiv als negativ electrisch seyn könne.

Man stelle dem zu Folge zwei Becherapparate, jeden von 40 Plattenpaaren, die Platte von 2″ ins Gevierte, in einer kleinen Entfernung von einander sich parallel, verbinde die Pole des einen durch eine stetige Leitung von Platindraht mit einander. Es ist aber dieser Draht zugleich auch zunächst an den Polen der Batterie auszubiegen, und die Buge, jeder abgesondert, in

den rechts befindlichen Schenkel zweier zur Seite stehender Uförmiger communicirender gläserner Gefäſse gesenkt, und die Gefäſse mit Blaukohl-Tinctur, zu welcher etwas Glaubersalz gefügt ist, gefüllet. Die links befindlichen Schenkel derselben communicirenden Gefäſse sind durch zwei Platindrähte mit den Polen einer zweiten *Volta*'schen Batterie in Verbindung gesetzt, welche Drähte aber nicht metallisch mit einander zusammen hängen, sondern die Electricität in die Flüssigkeit, und von da in den Polardraht der ersten Batterie übergeben, der sie in das zweite Gefäſs führt, der darin befindlichen Flüssigkeit übergibt, und endlich dem zweiten Polardrahte derselben Batterie überliefert. Bei dieser Anordnung wird, sobald die electrischen Strömungen der beiden Batterien vor sich gehen, die Flüssigkeit durch die Veränderung ihrer Farbe die verschiedenen electrischen Zustände der Drähte anzeigen, die mit ihr in Verbindung stehen, indem der positive Draht die Infusion roth, der negative aber sie grün färbet.

War die erste Batterie (*A*) geladen, und der Kreis hergestellt, so ging die Electricität von dem positiven Pol zu dem negativen über, und hierdurch wurde, so lange der Kreis nicht unterbrochen ward, die Farbe der Infusion in nichts verändert. Sobald aber eine zweite Batterie (*B*) darneben gestellt, und ihre Pole durch Platindrähte mit der Flüssigkeit auf die genannte Weise verbunden wurden, so daſs in dem Drahtstücke, durch welches beide electrische Ströme gehen muſsten, um zu ihrer Batterie gelangen zu können, diese beiden Ströme dieselbe Richtung hatten, so wurde die Tinctur in dem Schenkel, wohin der negative Draht der zweiten Batterie ging, grün, in dem andern desselben Gefäſses hingegen roth. Auf dieselbe Art brachte der Draht, welcher vom negativen Pole der Batterie (*B*) kam, und in

den Schenkel eines Gefäſses reichte, in dem gebogenen Theile des Platindrahtes im andern Schenkel desselben Gefäſses den positiven Zustand hervor, obschon er zu gleicher Zeit die negative Electricität der Batterie (*A*) leitete.

Wurde nun die ununterbrochene metallische Leitung abgeschnitten, und deren Extremitäten in die Röhren eines dritten Heberglases versenkt, so behielten die Enden den respectiven electrischen Zustand der Pole ihrer Batterie (*A*) bei, was immer für ein electrischer Zustand in den gebogenen Theilen derselben die Batterie (*B*) hervorgebracht haben mochte, welche Thatsache sich durch die Farbe der Infusion im dritten Communicationsgefäſse bestätigte.

Wurden hierauf die Pole der Batterie (*B*) umgekehrt, so entsprachen diesem auch die Veränderungen, die dadurch in dem electrischen Zustande der in die zuerst angeführten Hebergläser versenkten gebogenen Theile der metallischen Leitung hervorgebracht wurden, während die abgeschnittenen Enden derselben in dem dritten Heberglase die ursprüngliche Electricität der Pole der Batterie behielten.

Folgender Versuch zeigt, daſs die Drähte, welche von den Polen einer galvanischen Batterie kommen, sowohl in den positiven als negativen Zustand versetzt werden können, sobald mit ihnen die Electricität einer andern Batterie combinirt wird.

Zwei Batterien wurden geladen, und die Drähte, welche von ihren Polen kamen, endigten sich in zwei Hebergläsern, welche mit derselben Infusion wie vorhin gefüllt, und auf dieselbe Art gestellt waren; an die Stelle des mittlern Heberglases wurde ein aus drei Röhren bestehendes communicirendes Glasgefäſs substituirt, und mit derselben Infusion gefüllt.

Die Extremitäten der Drähte, welche von den Polen der Batterie (*A*) kamen, wurden in die äufsersten Röhren des mittlern Glasgefäfses gestellt, und in so weit ward das Resultat des Experimentes dasselbe wie im vorhergehenden Falle, es behielten nämlich die Drahtenden der Batterie (*A*) dieselben electrischen Zustände bei, wie ihre Pole, ungeachtet die Electricität der Batterie (*B*) zu gleicher Zeit durch diese Drähte ging.

Es wurde hierauf eine dritte Batterie (*C*) hergestellt, ihr negativer Pol durch einen Draht mit dem positiven Pol der Batterie (*A*), und ihr positiver Pol durch einen andern Draht mit der mittlern Röhre des dritten communicirenden Gefäfses verbunden. Die beiden Drahtenden der Batterie (*A*) zeigten negative Electricität, indem die Flüssigkeit in den Röhren des mittleren Communicationsgefäfses grün gefärbt wurde, in der mittleren Röhre aber die rothe Farbe annahm.

Bei dieser Anordnung gingen die negativen Electricitäten der zwei letzten Batterien, vereint mit der positiven Electricität der Batterie (*A*), durch den Draht, welcher von einem Schenkel des mittlern Gefäfses in einen des letztern reichte. Wahrscheinlich üben die zwei negativen Electricitäten auf den Draht einen stärkern Einflufs aus, als die positive, und ändern so die rothe Farbe der Infusion in eine grüne. Der Draht, welcher sich in demselben electrischen Zustande wie der Pol der Batterie, mit welcher er in Verbindung stehet, nämlich in dem negativ-electrischen Zustande befindet, ändert die Flüssigkeit in dem andern Schenkel des Gefäfses ins Grüne. Der andere Draht, welcher in die mittlere Röhre des Gefäfses übergehet, und nur allein mit dem positiven Pole der Batterie (*C*) verbunden ist, gibt positive Electricität, indem die Flüssigkeit in der Röhre, worin er versenkt ist, die rothe Farbe annimmt.

Es ist jedoch zu bemerken, daſs bei diesem Experimente die Drähte in die drei Schenkel des mittleren communicirenden Gefäſses zu gleicher Zeit versenkt, und sich so nahe als möglich gestellt werden ſollen.

### 3. Electricitätserregung bei hohen Temperaturen. Von *Kemp.*

*(Edinb. journ. of nat. and geog. sc. N. III., p. 183.)*

*Kemp* stellte zur näheren Begründung einer der beiden Ansichten über die eigentliche Quelle der sogenannten Berührungselectricität, nämlich der chemischen und der *Volta'*schen, einige Versuche bei hohen Temperaturen an, die selbst, wenn man sie zur Auflösung des eigentlich von ihm beabsichtigten Fragepunctes nicht für zulänglich halten sollte, doch gewiſs an und für sich so viel Interesse erregen müssen, daſs sie die Aufnahme in diese Blätter rechtfertigen.

In den Boden eines kleinen Graphittiegels wurde ein Loch gemacht, und durch dasselbe ein Kupferdraht so gesteckt, daſs er ins Innere des Tiegels hineinreichte, hierauf aber in diesem Loche verkittet; ferner wurde eine Kupferscheibe, an welcher ein anderer Draht angelöthet war, so zugerichtet, daſs sie leicht in den Tiegel hineinging. Nun wurde in den Tiegel Blei gegeben, derselbe in einen Ofen gestellt und erhitzt. So wie das Blei schmolz, wurde immer wieder eine neue Quantität zugegeben, und bis auf einen Zoll vom Rande damit angefüllt. Während dieser Operation stieg die Temperatur bis zur Rothglühhitze. Als diese erreicht war, wurde roth glühender Salpeter über das geschmolzene Blei gebracht, und sowohl der Draht, welcher durch den Boden des Tiegels ging, als derjenige, welcher an der Deckelplatte angebracht war, mit einem Leitungsdraht verbunden, welcher unter einer Magnetnadel vorbei-

ging, die obige kupferne Platte aber als Deckel auf den geschmolzenen Salpeter gelegt, so daſs hiemit die Kette geschlossen war. In dem Augenblicke, wo dieses geschah, erfolgte eine starke Ablenkung der Magnetnadel, zum Beweise, daſs Electricität im Umlaufe begriffen sey. Darauf wurde der Tiegel aus dem Ofen genommen, aber der Schluſs der Kette beibehalten. So wie die Temperatur des Apparates abnahm, wurde auch die Wirkung auf die Magnetnadel geringer, und ward ganz unmerklich, als die Temperatur unter die Rothglühhitze herabgesunken war, wiewohl der Salpeter noch flüssig war. Bei diesem ganzen Hergange ging die (positive) Electricität vom Kupfer zum Blei.

Darauf wurde der Salpeter durch kohlensaures Kali ersetzt, aber die vorigen Metalle beibehalten. Da war die Wirkung auf die Magnetnadel viel geringer als vorher. Kohlensaure Soda wirkte aber stärker als kohlensaures Kali.

Kräftiger als bei einem dieser Salze war aber die Wirkung, wenn man Borax anwandte. Die gröſsere Wirkung des Salpeters in Vergleich mit der des kohlensauren Kali könnte man sich vielleicht aus der gröſseren Leichtigkeit erklären, womit das Metall den Sauerstoff aus dem Salze aufnimmt, aber beim Borax muſste die oxydirende Wirkung offenbar kleiner seyn, als bei den anderen Salzen, und doch war die electromotorische Kraft gröſser. *Kemp* meint, es könnte dieses davon herrühren, daſs der Borax bei der Rothglühhitze flüssiger ist, als Salpeter etc., und daher die Electricität besser leitet.

Derselbe Apparat wurde auch mit anderen Metallen zusammen gesetzt, und zwar wurde statt des Kupfers, Zinn, Zink, Messing *(braſs)*, Kupfer und Eisen angewendet. Bei geschmolzen Zinn, Zink und Messing wurde

die vorhin gebrauchte Kupferplatte beibehalten, bei Anwendung des geschmolzenen Kupfers hingegen wurde statt ihrer eine Eisenplatte gebraucht. Die erregende Flüssigkeit war salpetersaures und kohlensaures Kali, Soda und Borax.

Geschmolzenes Zinn gab eine geringere Wirkung als Blei, sonst verhielt es sich mit den verschiedenen flüssigen Salzen wie das Blei. Mit Zink und Salpeter war die Wirkung viel gröſser, jedoch nicht so groſs, als man aus der gröſseren Menge Oxyd, das sich an der Oberfläche des Metalls gebildet, hätte erwarten sollen; mit den übrigen Salzen verhielt es sich, wie die anderen Metalle.

Messing verhielt sich wie Zink. Mit flüssigem Kupfer und einer Eisenplatte erschien der Effect verstärkt. Selbst als man geschmolzenes Eisen, und statt eines Salzes geschmolzenes Flintglas anwendete, zeigte sich eine Ablenkung der Magnetnadel, zum Beweise, daſs selbst solche Körper, die im festen Zustande als Nachleiter der Electricität erscheinen, im flüssigen eine groſse Leitungsfähigkeit besitzen *).

Nach der in England herrschenden Vorstellungsweise über die Erregung der *Volta*'schen Electricität, kann diese, sagt der Verfasser, nur bei Anwendung zusammengesetzter flüssiger Substanzen erregt werden, deren Bestandtheile im entgegengesetzten electrischen Zustande sich befinden. Kommt eine solche Flüssigkeit mit Metall in Berührung, so wird der negative Bestandtheil vom positiven Metall, der positive Bestandtheil vom negativen Metall angezogen, und so stellt sich das

*) Dieses stimmt mit *La Rive's* Versuchen überein, der gefrornes Quecksilber weniger leitend fand, als flüssiges. *(B.)*

durch die Berührung der Metalle aufgehobene electrische Gleichgewicht wieder her. Darum machte er auch mit chemisch-einfachen und im festen Zustande nicht leitenden Substanzen Versuche. Es wurde nämlich in den vorhin gebrauchten Schmelztiegel wieder Blei gegeben, und als derselbe die Rothglühhitze erreicht hatte, mit flüssigem Schwefel ganz angefüllt. Die zuerst gebrauchte Kupferplatte wurde auch rothglühend gemacht, und dann mit dem Schwefel in Berührung gebracht. Der mit dieser Platte sowohl, als der aus dem Boden des Tiegels hervorragende Draht wurde nun mit dem Leitungsdrahte verbunden, welcher unter der Nadel vorbeiging. Als die Kette geschlossen wurde, zeigte sich eine kräftige Wirkung auf die Nadel, weil sich der Schwefel sehr schnell mit dem Kupfer verband. Zugleich bildete sich schwefeligsaures Gas.

Bei dem folgenden Versuche wurde der Tiegel wie vorhin zugerichtet, und die Kupferplatte hineingeschoben, ohne das Metall zu berühren; hierauf mit Thon belegt, aber zwei Porzellanröhren durch denselben gesteckt, so dafs man durch sie etwas von aufsen in den zwischen dem geschmolzenen Blei und der Kupferplatte leer gelassenen Raum bringen konnte. Sobald der Tiegel die Rothglühhitze erreicht hatte, warf man durch eine dieser Röhren ein Stück Schwefel auf das Metall. Sobald es dasselbe berührte, und die chemische Wirkung eintrat, wurde die Magnetnadel stark afficirt, und doch war kein Oxygen zu sehen, um sich mit dem Schwefel zu verbinden. [Vertrat hier nicht der Schwefel selbst die Stelle des Sauerstoffs, wie es so oft bei chemischen Verbindungen geschieht? *(B.)*]. Demnach braucht man zur Erzeugung von Berührungselectricität keine zusammengesetzte Flüssigkeit.

## 4. Über den Einflufs der atmosphärischen Phänomene auf die Kraft trockener electrischer Säulen. Von *Donné*.

*(Ann. de Chim. et de Phys. T. 42, p. 71.)*

Wer die Kraft electrischer trockener Säulen nur einige Zeit hindurch beobachtet hat, wird die Erfahrung gemacht haben, dafs atmosphärische Phänomene darauf einen grofsen Einflufs nehmen. *Donné* hat es sich zur Aufgabe gemacht, diesen Einflufs näher zu untersuchen. Er legte das Resultat seiner Beobachtungen der französischen Academie vor, und *Becquerel* erstattete darüber Bericht. Aus diesem Berichte ist das Folgende entnommen, welches zwar zur vollen Erörterung des eigentlichen Fragepunctes noch vieles zu wünschen übrig läfst, aber dessen ungeachtet einer Erwähnung werth ist.

*Donné* hat seine Aufmerksamkeit vorzüglich auf den Einflufs der *Luftfeuchtigkeit*, des *Luftdruckes*, der *Temperatur*, der *Electricität* und des *Lichtes* gerichtet.

Die Luftfeuchtigkeit wirkt auf trockene electrische Säulen durch ihr Leitungsvermögen; es mag nun seyn, dafs dadurch dieser Säule ein Theil Electricität entzogen wird, oder indem sie die Ränder der einzelnen Scheiben mit einander in leitende Verbindung setzt, und so die Spannung der Pole vermindert.

Als eine trockene Säule in verdünnte Luft gebracht, und einer ihrer Pole mit der Erde, der andere mit einem Electroskop leitend verbunden war, zeigte sich dieselbe electrische Spannung, wie in der Luft. Dieses kann von zwei Ursachen herrühren, und zwar davon, dafs die Schnelligkeit der Ladung der Säule in verdünnter Luft in einem gröfseren Verhältnisse wächst, als der Electricitätsverlust, oder dafs wegen der geringen Expansivkraft der im Recipienten zurückgebliebenen Luft

die Electricität am Electrometer nur eine geringe Spannung hat. Eigentliche Vergleichungen der Kraft einer Säule bei verschiedenen Barometerständen in der Luft hat *Donné* nicht angestellt.

Die Temperatur schien am meisten unmittelbar und sehr mannigfaltig auf trockene Säulen zu wirken, ihre Wirkung ist aber sehr complicirt. Fast immer steht die Spannung einer Säule mit der Lufttemperatur im geraden Verhältnisse, wie *Donné* aus zweijährigen sehr zahlreichen Beobachtungen deutlich entnehmen konnte; doch steigt die Spannung der Säule nicht alsogleich, wenn die äuſsere Temperatur steigt, manchmal beginnt die Zunahme der Kraft erst dann, wenn die Luftwärme wieder abzunehmen anfängt. Doch hängt diese Wirkung der Wärme auch vom vorhergehenden Wärmezustand ab. Schnelle und langsame Änderungen der Lufttemperatur wirken keineswegs auf gleiche Weise, jene können die electrische Spannung auf Null bringen, diese vermögen sie nur zu schwächen. Steigert man die Temperatur innerhalb einiger Stunden um 20° — 24°, so wächst dadurch die Stärke einer Säule nicht merklich. Läſst man sie langsam abkühlen, so verliert die Säule an Kraft, bis sie die Temperatur der Umgebung angenommen hat; nach 24 Stunden hat sie aber ihre alte Kraft wieder erlangt. Bei einer Temperaturerhöhung wird anfangs die Säule und die zusammenhaltenden Seidenfäden nicht gleichmäſsig ausgedehnt, sondern erstere stärker als letztere, und die Platten werden stärker an einander gedrückt, und dadurch ihre Ladung verstärkt. Die Wärme scheint überhaupt mehr die Schnelligkeit der Ladung zu befördern, als die Electricitätsmenge zu vermehren.

Bei der Untersuchung des Einflusses der Electricität auf die Stärke einer trockenen Säule setzt *Donné* voraus, daſs die Spannung an den beiden Polen dersel-

ben im isolirten Zustande gleich Null sey, weil zwei an einem Pole dieser Säule angebrachte Goldplättchen keine Divergenz zeigen. Allein der Berichterstatter bemerkt mit Recht, daſs man nur schlieſsen könne, die Electricität des Poles sey nur zu gering, als daſs sie die Goldplättchen in Bewegung setzen könnte, und daſs man aus einer Analogie mit einer Säule mit flüssigen Leitern auf das Daseyn einer electrischen Spannung schlieſsen könne. Übrigens hätte sich *Donné* leicht vom Gegentheile überzeugen können, wenn er sich statt der Goldplättchen eines mit einem Multiplicator versehenen *Bohnenberger*'schen Electrometers bedient hätte.

Wurde dem negativen Pole einer trockenen Säule mittelst einer Electrisirmaschine positive Electricität zugeleitet, so stieg, wie natürlich, die Spannung des positiven Poles, weil hier die Säule wie jeder andere Leiter wirkte; aus demselben Grunde muſste die Electricität des negativen Poles geschwächt oder ganz aufgehoben werden, wenn positive Electricität dem positiven Pole zugeleitet wurde. *Donné* wollte diesen Umstand dazu benützen, um die in der Luft befindliche, oder in der Erde durch eine nahe Gewitterwolke erregte Electricität zu erkennen. Ein zu einem vorläufigen Versuche auf gehörige Weise eingerichtetes, sehr empfindliches Electrometer, das mit der Erde in leitender Verbindung stand, gab nicht zweideutige Zeichen von Electricität. Es könnte demnach wohl seyn, daſs ein Theil der Variationen der Stärke einer trockenen Säule von der Electricität der Erde herrühre, jedoch bedarf dieses noch einer weiteren genauen Prüfung.

Das Licht fand *Donné* ohne Wirkung auf eine trockene Säule. Eine Kette aus 50 an einander hängenden Säulen, deren jede aus 1000 Scheiben bestand, war nicht im Stande, eine chemische Wirkung hervorzubringen.

### 5. Zersetzung des Schwefelalkohols mittelst Electricität. Von *Becquerel.*

(A. a. O. p. 76.)

Man gebe auf Schwefelalkohol in einem Glase eine Auflösung von salpetersaurem Kupfer, die leichter ist als jener und darauf schwimmt, tauche hierauf ein Kupferplättchen in beide Flüssigkeiten, so daſs dadurch eine geschlossene Kette entsteht. Da zersetzt sich Schwefelalkohol und ein Theil des salpetersauren Salzes, es bilden sich viel Krystalle aus Kupferprotoxyd am Metallplättchen, und der Kohlenstoff erscheint an den Wänden des Gefäſses in Form kleiner, metallisch glänzender Blätter.

## *B.* Magnetismus.

### 1. Einfluſs des Sonnenlichtes auf Erzeugung electrischer und magnetischer Erscheinungen. Von *Barlocci.*

*(Bibl. univ. Sept.* 1829, *p.* 11.)

Die *Bibliothèque universelle* enthält einen Auszug aus einer Arbeit des Professors der Physik in Rom, *M. Barlocci*, der im *Giornale Arcadico*, *T.* 41 vorkommt, und folgende merkwürdige Thatsachen enthält:

Ein natürlicher armirter Magnet, der so schwach war, daſs er kaum ein Gewicht von einem Pfund und 6 Unzen römisch (das römische Pfund enthält 339.179 Gramme oder 20 Loth W. G.) tragen konnte, wurde dem directen Sonnenlichte ausgesetzt. Nach 3 Stunden konnte er schon um 2 Unzen mehr, und nach 24 Stunden das Doppelte des vorigen Gewichtes tragen. Ein Magnet von nahe gleicher Kraft erhielt in einem dunklen Locale, dessen Temperatur jener gleich war, welche die Sonnenstrahlen hervorbrachte, keine merkliche Verstärkung.

Ein anderer Magnet, der 5 Pfund, 2 Unzen und 6 Denier tragen konnte, wurde dem Sonnenlichte an einem Tage ausgesetzt, wo der Himmel bewölkt, und die Luft mit Dunst und Schnee erfüllt war; er wurde nicht merklich stärker, während er doch nach zwei darauf folgenden Tagen, wo ihn directe Sonnenstrahlen trafen, auf das doppelte seiner Kraft stieg. Eine längere Dauer der Einwirkung der Sonnenstrahlen konnte seine Kraft nicht mehr weiter steigern.

Der Zuwachs an Kraft, welcher einem Magnete durch den Einfluſs des Sonnenlichtes zu Theil wird, nimmt an feuchten und nebligen Tagen ab, und bei trockenem und heiterem Wetter zu.

*Barlocci* führt weiter an, daſs er mit einem Apparat, der dem von *Watt* (Zeitschr. Bd. IV., S. 229) gebrauchten, und von ihm Sonnencompaſs genannten Instrumente ähnlich war, bemerkt habe, es werde der Nordpol einer Magnetnadel vom violetten Theil des Farbenbildes abgestoſsen, vom rothen hingegen angezogen.

In Betreff der electrischen Einwirkung des Sonnenlichtes hat *Barlocci* Folgendes bemerkt: Nachdem er vergebens mit den besten Condensatoren und den empfindlichsten Multiplicatoren unzweideutige Zeichen der Electricität mittelst des Lichtes hervorzubringen bemüht gewesen, nahm er seine Zuflucht zu den Froschschenkeln. Zwei mittelst einer Glasröhre isolirte Kupferdrähte wurden so zugerichtet, daſs einer mit dem Rumpfe, der andere mit dem Schenkel des Frosches communicirte. Beide Drähte ragten zu beiden Seiten über den Frosch hinaus, und jeder hatte am anderen Ende eine geschwärzte kupferne Scheibe. Eine dieser Scheiben wurde vom violetten, die andere vom rothen Lichte des Farbenbildes beleuchtet. Da zeigten sich Spuren von Contraction am Frosche, so oft man die anderen zwei

Enden der Drähte vereinigte. Die Stärke dieser Contractionen schien von der gröſseren oder geringeren Lebhaftigkeit des Thieres und von der Luftfeuchtigkeit abzuhängen. Im Dunkeln und auſserhalb des Farbenbildes fand dieses Phänomen nie Statt, auch durch Erwärmen einer der zwei Scheiben oder eines Theiles des Verbindungsdrahtes zwischen dem Nerv und dem Muskel des Frosches lieſs sich dieses Phänomen nicht hervorbringen.

## 2. Über die Einwirkung des Sonnenlichtes auf Magnete. Von *Zantedeschi.*

*(Bibl. univ. Nov. 1829, p. 193.)*

Ähnliche Erfahrungen, wie jene sind, die der vorhergehende Aufsatz enthält, machte auch *Zantedeschi*, der sich schon seit mehreren Jahren mit den photo-magnetischen Phänomenen abgibt, und mehrere interessante, wenn auch noch einer weiteren Bestätigung bedürfende Versuche über diesen Gegenstand angestellt hat. (Zeitschrift, Bd. VI., S. 321.)

*Zantedeschi* hat *Barlocci's* Versuche wiederholt, und sie vollkommen bestätiget gefunden. Ein künstlicher Magnet von Hufeisenform, der 13 ½ Unzen trug, erhielt, als er drei Stunden dem directen Sonnenlichte ausgesetzt war, eine Kraft, durch die er um 3 ½ Unzen mehr zu tragen vermochte, ja bei längerer Dauer dieser Einwirkung wuchs seine Kraft so sehr, daſs man ihm mit Erfolg 31 Unzen anhängen konnte. Beim Gebrauche künstlicher Magnete machte er ähnliche Erfahrungen; er bemerkte keine Unterschiede im Erfolge, es mochte der Himmel heiter oder bewölkt seyn. Merkwürdiges erfuhr er über den Einfluſs der Oxydation auf die magnetische Kraft des Lichtes. Während ein oxydirter Magnet im Sonnenlichte eine bedeutende Steige-

rung seiner Kraft erleidet, wird ein nicht oxydirter durch dasselbe Mittel geschwächt; jedoch ist diese Schwächung kaum merklich, sobald der Magnet polirt ist, und das Licht wie ein Spiegel zu reflectiren vermag. So z. B Ein nicht oxydirter Magnet, der 8 Unzen trug, verlor, als er drei Stunden dem Sonnenlichte ausgesetzt war, eine Kraft, die $2\,{}^1/_2$ Unzen entsprach, während ein anderer oxydirter unter denselben Umständen mehr als noch ein Mal so stark wurde; als aber der erstere spiegelnd gemacht wurde, liefs sich keine Veränderung in seiner Kraft wahrnehmen.

*Zantedeschi* machte auch einige Versuche über den Einflufs der Beleuchtung eines einzigen Poles eines Magnetes mittelst des concentrirten Sonnenlichtes, und erfuhr bald, dafs es nicht gleichgültig sey, welchen von beiden Polen man den Sonnenstrahlen Preis gibt. Ein Magnet, dessen Nordpol dem Sonnenlichte ausgesetzt ist, wird stärker, er mag oxydirt seyn oder nicht; wird aber sein Südpol ins Licht gebracht, so wird er schwächer, jedoch ist die Schwächung, welche er in diesem Falle erleidet, gröfser als die Verstärkung, welche in jenem zu Theil wird. Bei mehr als 60 Versuchen dieser Art belief sich die Steigerung der magnetischen Kraft auf 1, 2, $3\,{}^3/_4$ Unzen, während die Verminderung derselben im. entsprechenden Falle sich auf $3\,{}^1/_2$, 5, $5\,{}^1/_2$ Unzen belauft.

Erkältung unterstützt die Vermehrung des Magnetismus. Das merkwürdigste Factum, das sich *Zantedeschi* bei seinen Versuchen darbot, und von dessen Richtigkeit sich mehrere seiner Freunde überzeugten, ist folgendes:

An Tagen, wo der Himmel leicht und ungleich bewölkt ist, gewinnt der Südpol eines Magnetes, der dem Sonnenlichte ausgesetzt ist, an Kraft, während der Nord-

pol verliert. Am 3. Juni stellte er diesen Versuch zuerst an, und zwar mit dem Südpole, und wiederholte ihn am folgenden Tage um 2 Uhr Nachmittag. Bis um 4 1/2 Uhr war die Sonne nicht durch Wolken verdunkelt, und alle Versuche, die mit verschiedenen Magneten vorgenommen wurden, bestätigten das, was aus dem Vorhergehenden über den Einfluſs des Sonnenlichtes auf Magnete bekannt ist. Nach 4 1/2 Uhr war die Sonne mit einem feinen Wolkenschleier bedeckt, und nun trat von allen Phänomenen das Gegentheil ein.

Übrigens gesteht *Zantedeschi* frei, daſs sich auch einige Anomalien gezeigt haben, die er unter keine Regel zu bringen weiſs. Indessen ist es doch nicht ohne Nutzen, das zu erfahren, was sich ihm bei seinen Versuchen Allgemeines darbot, um es, wenn es an der Zeit seyn wird, zum Behufe einer vollkommen begründeten photo-magnetischen Theorie benützen zu können. Für jetzt scheint es, ungeachtet des Widerspruches Einiger, keinem Zweifel unterworfen zu seyn, daſs es eine photomagnetische Wirkung gebe, deren Gesetze kennen zu lernen als eine der interessantesten und für die gegenwärtige Zeit wichtigsten Aufgaben der Physik angesehen werden muſs.

### 3. Über magnetische Figuren. Von *Haldat*.

*(Ann. de Chim. et de Phys. Tome 42, p. 33.)*

Es ist eine alte Erfahrung, daſs ein Magnet feine Eisenfeilspäne, die auf einem über demselben liegenden Papier ausgebreitet sind, zu besondern Figuren anordnet, aus denen sich ein ziemlich treues Bild der Vertheilung der magnetischen Kraft im magnetischen Körper entwerfen läſst.

Diese Figuren sind bis jetzt unter dem Namen magnetischer Figuren bekannt gewesen. Diejenigen aber,

von denen hier die Rede seyn soll, unterscheiden sich von jenen nicht wesentlich; sie haben aber auch ihrer Entstehung und Gestalt nach Ähnlichkeit mit den Figuren auf gewässertem Blech *(moiré métallique)*. Gleichwie diese erzeugt werden, indem man einen heiſsen Kolben auf der Rückseite des Bleches in jenen Umrissen herumführt, die dann zum Vorschein kommen sollen, eben so wird auf einem des Magnetismus fähigen Bleche ein Magnetstab herumgeführt, um bestimmte Stellen zu magnetisiren, während andere im natürlichen Zustande verbleiben. So wie in jenem Falle die Figuren durch ein Ätzmittel sichtbar gemacht werden, das die nicht krystallisirten Zinntheile schnell auflöset, ohne die krystallisirten zu afficiren, eben so werden in diesem die magnetischen Stellen durch aufgestreute Eisenfeile sichtbar gemacht.

Um nun solche magnetische Figuren rein hervorzubringen, sind mehrere Rücksichten in Betreff des zu magnetisirenden Körpers, des zum Magnetisiren verwendeten Magnetes etc. nothwendig, und diese lehrt *Haldat* ausführlich, wie folgt:

Nur auf Eisen oder Stahl lassen sich solche Figuren hervorbringen, doch halten sie auf ersterem nicht fest genug, und man ist darum, wenn man sie dauernd und rein erhalten will, auf Stahl beschränkt. *Haldat* braucht gewöhnlich Stahlbleche der Art, wie man sie zu Kürassen verwendet, mit einer Fläche von 2 — 3 Q. Decimeter und 1 — 3 Mill. Dicke. Diese Bleche müssen gut abgescheuert und geschliffen seyn. Man braucht sie nicht zu härten, weil ihre Coincitivkraft ohnehin schon stark genug ist.

Das zu ihrer Erzeugung nöthige Verfahren unterscheidet sich nur wenig von dem beim gewöhnlichen Magnetisiren üblichen. Damit sie recht rein werden, ist

ein starker Magnet nothwendig. Man kann einen aus mehreren Stücken bestehenden, oder einen einfachen Magnetstab wählen, doch ist es nöthig, dafs er am Ende etwas abgerundet sey, wenn die Figuren besonders rein ausfallen sollen, denn nur dann legt sich ein solcher Stab gut an das zu magnetisirende Blech an. Man kann einen oder zwei solche Stäbe zugleich anwenden, und wenn es sich um Erzeugung geradliniger und einfacher Figuren handelt, mehrere Arten der Magnetisirung in Anwendung bringen. Sollen aber die Figuren krummlinig und complicirt seyn, so darf man nur einen Stab brauchen, und mit demselben wie mit einer Feder die verlangten Figuren auf das Blech zeichnen. Auf solche Weise zeichnet man z. B. den Namen einer Person auf das Blech. Streuet man hierauf feine Eisenfeile darauf, so wird dieser Name sichtbar.

Die Anwendung der Eisenfeile auf einem solchen Bleche bietet mehrere Merkwürdigkeiten dar. Die auf dem Plättchen gleichförmig ausgestreuten Eisenstückchen häufen sich an den Grenzen der Schriftzüge so an, dafs sie einen unbedeckten Zwischenraum lassen, und die magnetisirten Stellen des Bleches von den nicht magnetischen trennen. Die Ähnlichkeit zwischen diesen Figuren, unter jenen, von welchen am Eingange die Rede war, und die sich in Eisenfeile auf nicht magnetisirbaren Körpern zeigen, unter welchen ein Magnet liegt, geht ins kleinste Detail. Die Eisenfeile ordnet sich an den Stellen, welche der stärksten magnetischen Kraft entsprechen, strahlenförmig an, und die von den zwei entgegengesetzten Polen ausgehenden unterscheiden sich nicht von einander. Dadurch aber unterscheiden sie sich von den *Lichtenberg*'schen electrischen Figuren, die an ihrer Gestalt die Art der Electricität erkennen lassen, durch welche sie hervorgebracht wurden.

Die magnetischen Figuren kann man auch mittelbar erzeugen, indem man nämlich zwischen dem Magnetstabe und dem Stahlplättchen feste, nicht magnetisirbare Körper anbringt. Dieses ändert an den Figuren nichts, als dafs sie wegen der gröfseren Entfernung des Magnetes vom Blech schwächer erscheinen. Defshalb mufs man auch den Magnetstab auf derselben Stelle öfters hin und her schieben, um hinreichenden Magnetismus zu entwickeln. Für geradlinige Figuren braucht *Haldat* ein Lineal, um sie wieder auf dieselbe Stelle zu bringen, wenn der Zug wiederholt wird. Für krummlinige Züge bedient man sich dünner, gleichförmig dicker Plättchen. Eine Abänderung in der Entfernung des Magnetes vom Bleche bringt nur eine Modification in der Reinheit der Figuren zu Stande.

Wiewohl man solche Figuren leicht mit einem Zuge eines starken Magnetes hervorbringt, ja sogar durch eine blofse Annäherung desselben an das Stahlblech erzeugt, so gelingt ihre Erzeugung doch nicht, wenn man auf das noch nicht magnetische Blech ein schon magnetisirtes legt, und auf diesem selbst mit dem stärksten Magnet die Zeichnung macht. Daraus darf man aber, nach *Haldat*, nicht den Schlufs ziehen, dafs das schon magnetische Blech den Magnetismus nicht durchläfst; denn er erzeugte auf diesem Wege kleine Magnetnadeln.

Wenn man die Eisenfeile mittelst eines Metallsiebes dünn auf das Blech ausbreitet, und mit einigen Oscillationen zu Hülfe kommt, so zeigen sich die magnetischen Figuren alsogleich. Diese Oscillationen erregt man am besten durch Schlagen an den Rand des Plättchens. Dabei hat man sich aber wohl in Acht zu nehmen, dafs man nicht zugleich regelmäfsige Schwingungen erregt, und durch dieselben *Chladni*'sche Klangfiguren erzeugt. Mit einiger Vorsicht lassen sich allerdings beide zugleich hervorbringen, besonders wenn man eine sehr einfache ma-

gnetische und eine sehr complicirte Klangfigur zu erzeugen sucht. Doch ist dieses bloſs ein Gegenstand der Unterhaltung.

Der durch Reiben oder bloſses Annähern eines Magnetes erregte Magnetismus haftet sehr fest. *Haldat* fand die Figuren nach sechs Monaten noch sehr merklich, wiewohl er keines jener Mittel anwendete, wodurch man den Magnetismus starker Stäbe zu erhalten sucht, und man weiſs, daſs starke Magnetstäbe sehr bald viel von ihrer Kraft verlieren. Der Magnetismus würde sich wahrscheinlich mit der Zeit in das ganze Plättchen vertheilen, allein dazu braucht es mehr Zeit, als *Haldat* abwarten konnte, der zur Abänderung seiner Versuche immer wieder das Blech in natürlichen Zustand zurückführen muſste.

Man sollte glauben, daſs sich die magnetischen Figuren vertilgen lieſsen, wenn man sie mit dem entgegengesetzten Pole eines Magnetes nachzeichnete. Allein dieses gelingt nicht, und begründet einen anderen merklichen Unterschied zwischen diesem theilweise angebrachten Magnetismus und dem an unseren Magnetnadeln vorhandenen. Um diese Figuren zu vertilgen, muſs man Temperaturerhöhung anwenden. Soll dadurch einem Stabe der Magnetismus entzogen werden, so muſs man seine Temperatur bis zur Dunkelrothglühhitze erhöhen; allein zur Vertilgung der magnetischen Figuren braucht man das Stahlblech nur über Kohlen strohgelb anlaufen zu lassen. In siedendem Wasser werden sie nicht schwächer, wiewohl man das Blech eine Stunde lang darin lassen mag. Damit sich beim Erhitzen das Blech nicht oxydirt, thut man gut, es zu verzinnen. Will man dann den Magnetismus verschwinden machen, so hat man an dem Schmelzen des Zinnes das Zeichen des rechten Hitzgrades. Um aber dann dem Oxydiren

vorzubeugen, muſs man Zinnstückchen darauf geben, es erhitzen, bis diese schmelzen, und es dann durch Reiben mittelst eines in Öhl getränkten, mit Salmiak bestreuten Werges gleichsam poliren.

Merkwürdig ist ein anderes Verfahren, das *Haldat* anwendet, um den stellenweise erregten Magnetismus wieder aufzuheben, und das in wiederholten und heftigen Vibrationen besteht.

Legt man ein magnetisirtes Blech auf eine Bohle, und schlägt es schnell hinter einander mit einem kleinen hölzernen Hammer, so werden schon nach zwei Minuten, und oft schon früher, die Figuren schwächer, verlieren ihre Regelmäſsigkeit, und verschwinden ganz, wenn man jenes Verfahren 3 — 4 Minuten lang fortsetzt. Schwingungen, wie jene, die einen Schall erregen, sind zu diesem Ende nicht tauglich.

Die Wirksamkeit dieses Mittels zum Behufe der Tilgung des Magnetismus brachte *Haldat* auf den Gedanken, die Reibung überhaupt, wodurch, wie im vorhergehenden Falle, die Theile der Körper verschoben werden, zur Erregung des Magnetismus anzuwenden. Mit einem Magnet geschieht dieses ohnehin, aber der reibende Körper braucht gar nicht magnetisch zu seyn, und man kann durch Reiben mit jedem harten Körper Magnetismus erregen, wie z. B. mit Messing, Kupfer, Zink, Glas, und selbst mit hartem Holz, jedoch gelingt dieses nur in weichem Eisen. Drähte von 1 Decimeter Länge und 1 Mill. Durchmesser werden magnetisch, wenn man sie in horizontaler Richtung zwischen zwei entgegengesetzte Pole zweier Magnetstäbe so legt, daſs diese Pole wegen der zu groſsen Entfernung keinen Magnetismus erregen können, und sie der Länge nach mit einem harten Körper reibt. Durch Winden kann man dem Drahte vorläufig den Magnetismus nehmen, wenn er davon behaftet seyn sollte.

Alle diese Thatsachen sind wohl früher im Einzelnen bekannt gewesen. Dafs Stahl immer an der Berührungsstelle Magnetismus annimmt, und demnach den Grund zu einer partiellen Magnetisirung in sich enthält, worauf die magnetischen Figuren beruhen, ist lange bekannt; dafs man diesen Magnetismus durch Temperaturerhöhung vertilgen könne, eben so wenig neu, und dafs durch eine Erschütterung sowohl der schon vorhandene Magnetismus geschwächt oder aufgehoben, als im entgegengesetzten Falle der Körper für die Einwirkung eines nahen magnetischen Körpers empfänglich gemacht wird, steht fast in allen Lehrbüchern der Naturlehre.

Das Interessanteste an dieser Arbeit ist offenbar die Ausmittelung des Umstandes, dafs die Stellen des Bleches, welche zwischen den Theilen einer magnetischen Figur liegen, vollkommen unmagnetisch sind, und gleichsam die Armaturen der magnetischen Stellen abgeben. Daher erklärt sich auch die Dauer dieser Figuren ohne Anwendung eines besonderen Mittels zur Fixirung des Magnetismus. Überdiefs hat gewifs für einzelne Leser diese Arbeit *Haldat's* doch einen Werth, indem sie ausser jener neuen Thatsache alles im Zusammenhange darstellt, und durfte nicht übergangen werden, weil es der Zweck dieser Zeitschrift ist, die Arbeiten des Auslandes über physikalische Gegenstände möglichst vollständig aufzunehmen.

## *C.* Physikalische Chemie.

### 1. Über Erzeugung von Verbindungen der Metalle mit Schwefel, Jod, Brom etc. auf electro-chemischem Wege. Von *Becquerel.*

(Ebend. p. 225.)

In einer früheren Arbeit *Becquerel's*, welche der Leser im sechsten Bande dieser Zeitschrift findet, ist gezeigt worden, wie man schwache electrische Kräfte zur

Erzeugung von krystallisirten Metalloxyden und anderen chemischen Verbindungen anwenden kann. Hier geht derselbe Verfasser darauf aus, auf demselben Wege solche Verbindungen zu Stande zu bringen, welche den im Schoofse der Erde vorhandenen ähnlich sind, und defshalb über die Art des Entstehens dieser Stoffe einigen Aufschlufs geben dürften.

Der Apparat, welchen er brauchte, bestand aus zwei beiderseits offenen Glasröhren, die am untern Ende sehr feinen Thon enthielten, welcher schwach mit einer die Electricität leitenden Flüssigkeit befeuchtet war, über diesem aber jene Flüssigkeiten, aus deren Wirkung auf einander oder auf ein oder zwei darein getauchte Metalle die Electricität hervorgehen sollte. Der electrische Strom wurde dadurch hergestellt, dafs beide Röhren in eine dritte weitere getaucht wurden, welche eine Flüssigkeit enthielt, mit welcher sich erst die in den kleineren Röhren enthaltenen mischen mufsten, bevor eine mit der anderen in Berührung kam. Die Mischung konnte wegen des Thons nur langsam vor sich gehen, und es ward daher der Bildung des beabsichtigten chemischen Productes hinreichende Zeit gelassen.

Die Schwefelmetalle, welche *Becquerel* auf diesem Wege im krystallisirten Zustande zu erhalten suchte, sind die mit Silber, Kupfer, Antimon, Zinn und Eisen gebildeten.

Gibt man in eine der zwei Glasröhren (*a*) eine gesättigte Auflösung von salpetersaurem Silber, in die andere (*b*) eine Schwefelkalihydrat-Auflösung, welche zum Theil schon in der Luft eine Zersetzung erlitten hat, und taucht in jede derselben das Ende eines Drahtes oder Bleches aus reinem Silber, so beginnt bald die Zersetzung des salpetersauren Silbers; das in dasselbe getauchte Silberende, welches der negative Pol der Kette geworden ist, überzieht sich mit metallinischem Silber;

am anderen Ende des Metalles bildet sich Wasser und Schwefelsilber mit einer geringen Menge Schwefelkalium, das sich mit dem vorigen vereiniget. Dieses Doppelsulphurid wird bald, mit Beihülfe des Sauerstoffes der atmosphärischen Luft, durch die Salpetersäure zersetzt, welche zuletzt am positiven Pole erscheint; es entsteht schwefelsaures Kali, und das Schwefelsilber bleibt unversehrt, weil die geringe Menge von Salpetersäure, welche da erscheint, nicht hinreicht, es anzugreifen. Während diesem verdünstet ein Theil der Flüssigkeit, und es bleibt über dem Thone nur eine teigartige Masse zurück, in deren Mitte Schwefelsilberkrystalle als Octaëder erscheinen, und sich nicht bloſs an das Silberplättchen, sondern auch an die Wände der Glasröhre anlegen. Diese Krystalle sehen den von Natur gebildeten so ähnlich, daſs man sie von denselben nicht unterscheiden kann.

Ersetzt man die salpetersaure Silberauflösung in der Röhre (*a*) durch eine Lösung von salpetersaurem Kupfer, und das Silberplättchen durch ein Kupferplättchen, so erzeugt sich in der Röhre (*b*) ein Doppelschwefelmetall aus Kupfer und Kalium, das in sehr feinen Nadeln krystallisirt, nach und nach aber zersetzt wird, und am Kupferplättchen zwei Millimeter lange Krystalle mit dreieckigen Flächen liefert.

Setzt man die zwei in den Röhren (*a*) und (*b*) enthaltenen Flüssigkeiten mittelst eines Doppelplättchens aus Kupfer und Antimon in leitende Verbindung, so zieht das in der salpetersauren Salzlösung befindliche Kupferende, als der negative Pol der Kette, das metallinische Kupfer an, das Antimonende hingegen und die Wände der Röhre überziehen sich mit einem braunen Niederschlag. Bald darauf bilden sich am Antimon octaëdrische rothe Krystalle und krystallinische Plättchen von derselben Natur, wie jener Niederschlag. Die Krystalle sind im neutralen Schwefelkalihydrat löslich, und

verursachen bei ihrer Auflösung in der Salzsäure eine Entwickelung von Schwefelwasserstoffgas, kurz sie charakterisiren sich als Mineralkermes.

Durch ein ähnliches Verfahren erhält man auch Schwefelzinn in kubischen, metallisch glänzenden Krystallen. Wenn man aber Schwefeleisen erzeugen will, so muſs man, weil dieses durch die vereinte Einwirkung von Luft und Wasser zersetzt wird, die Glasröhre (*b*), welche die Schwefelkalilösung enthält, luftdicht schliessen; aber auch da soll man nicht immer zum Ziele gelangen. Nur zwei Mal gelang es *Becquerel*, an einem Eisenbleche, das sich in der Schwefelkalilösung befand, eine Menge kleiner kubischer Krystalle aus Schwefeleisen zu erhalten, die dem in der Natur vorhandenen Schwefeleisen völlig glichen.

Aus diesem Hergange scheint zu folgen, daſs man, um unlösliche Substanzen in Krystallform zu erhalten, sie nur mit einer löslichen Substanz in Verbindung zu setzen, und hierauf eine sehr langsame Zersetzung einzuleiten brauche. Folgender Versuch wird zur näheren Begründung dieser Behauptung angeführt: Gibt man in eine Glasröhre, die sehr fein zertheilten, und mit einer arseniksauren Kalilösung befeuchteten Thon enthält, eine Auflösung von salpetersaurem Kupfer, so wirken anfänglich nur die zwei Auflösungen an der Fläche auf einander ein, wo sich der Thon und die Silbersalzlösung berühren; nach und nach dringt diese aber in die Thonmasse ein, die Reaction erfolgt hinreichend und daher der Krystallbildung förderlich, und man bemerkt an einem Zwischenraume der Thonkörner Krystalle, die denen von arseniksaurem Kupfer ähnlich sind. Man darf aber, wenn sich jene Doppelsulphuride bilden sollen, nicht zu groſse Glasröhren, und keine, die Electricität zu gut leitende Flüssigkeit anwenden; denn sonst entsteht bei einer zu groſsen Röhre zu viel von jener Dop-

pelverbindung, kann nicht durch die Salpetersäure zersetzt werden, und der ganze Verlauf erfolgt unvollkommen; leitet aber die Flüssigkeit zu gut, so langen der Sauerstoff und die Salpetersäure zugleich am positiven Pole an, und es fehlt an der zur Bildung des beabsichtigten Productes nöthigen Reaction. Aus diesen Gründen kann man manchmal bloſs unvollkommene, verworrene Krystalle, oder gar nur unkrystallisirte Massen erhalten.

Da die Verbindungen des Jod mit Metallen nach denselben Gesetzen erfolgen, wie die des Schwefels mit denselben Körpern, so ist es einleuchtend, wie man erstere im krystallisirten Zustande erhalten kann. Man wählt nämlich statt des vorhin gebrauchten Schwefelwasserstoffkali, Jodwasserstoffkali. Mittelst Blei erhält man dann ein Doppeljodid aus Blei und Kalium, das in weissen, sehr feinen Nadeln krystallisirt. Dieses Product erleidet nach und nach eine Zersetzung, welche an der dem Thone nächsten Stelle anfängt; bald zeigen sich octaëdrische Krystalle von goldgelber Farbe und glänzendem Aussehen, welche Bleijodid sind.

Kupfer gibt durch dasselbe Verfahren zuerst ein Doppeljodid in weiſsen, nadelförmigen Krystallen, endlich gehen aus der Zersetzung desselben schöne octaëdrische Kupferjodidkrystalle hervor.

Andere Metalle, meint *Becquerel*, werden zu ähnlichen Resultaten führen, und man werde auf diesem Wege auch Brom- und Selenverbindungen hervorbringen können.

## 2. Verbrennungsversuche mit Kohlengas. Von *Lowry*.

*(Phil. Mag. Mai 1829, p. 375)*

Diese Versuche wurden nach des Verfassers Äuſserung angestellt zur Ausmittelung der besten Form der

*Argand*'schen Brenner. Bei jedem derselben gestattete man der Flamme jene Länge, welche nothwendig ist, um das vollkommene Verbrennen des Gases zu bewirken, und die bei jedem Versuche sich entwickelnde Lichtmenge wurde mit dem Lichte verglichen, das ein Brenner von der gewöhnlichen Construction mit einer gewissen Gasmenge und einer bestimmten Flammenhöhe gab.

Das erste Resultat, welches sich dabei zeigte, war folgendes: Je gröſser die Anzahl der ringförmigen Luftzugöffnungen war, desto kleiner war die Gasconsumption; man bemerkte aber hierin keine Änderung, wenn diese Öffnungen einander so nahe standen, daſs die Flammen in einander flossen. Die Versuche wurden mit 5 — 15 ringförmigen Öffnungen angestellt.

Wenn man die Centralöffnung ganz oder theilweise schloſs, so stieg die Flamme bedeutend in die Höhe, nahm aber eine conische Gestalt an, und wurde dunkler; wurde aber diese Öffnung und zugleich die ringförmigen verhältniſsmäſsig verkleinert, so wurde die Flamme licht und cylindrisch.

Durch Verkürzung der gläsernen Zugröhre erhielt man bei demselben Gasquantum mehr Licht, wurde sie aber ganz weggenommen, so nahm die Lichtmenge in dem Verhältniſs der geringeren Gasconsumption ab.

Deckte man die Zugröhre mit einer durchlöcherten Platte, so wuchs die Lichtstärke; und dasselbe war der Fall, wenn man statt dieser Platte eine Röhre nahm, deren Durchmesser dem der Öffnung gleich war. Wurde die Höhe der Zugröhre verdoppelt, so wurde die Flamme um mehr als die Hälfte niederer.

Aus diesen Versuchen folgert der Verfasser, daſs ein bestimmtes Verhältniſs zwischen der Gasmenge und dem Qauntum der ihr zugeführten Luft nothwendig sey. Wird dieses Verhältniſs überschritten, so entwickelt sich nicht alles Licht, welches das Gas liefern kann. An der äus-

sersten Grenze dieses Verhältnisses liegt das Gemenge, welches Knallluft ist, bei welcher eine groſse Gasmenge in einem Augenblick ohne merkliche Lichtentwickelung verbrennt. Wird zu wenig Luft zugeführt, so wird die Flamme wieder hell, indem ein Theil des Gases unverbrannt entweicht. Aus mehreren vom Verfasser angestellten Versuchen scheint hervorzugehen, daſs der gröſste Lichteffect erzielt wird, wenn die Ausströmungsöffnungen recht zahlreich sind, und mehr groſs als klein, die Centralöffnung hingegen eng ist, und das Glas hinreichend nahe an der Flamme steht. Beide sollen zu einander in dem Verhältnisse stehen, welches der Flamme eine cylindrische Gestalt gestattet. Indeſs gewährt diese Construction nur da Vortheil, wo die Flamme ruhig verbrennen kann. Geräth sie in Bewegung, so schlägt sie an das Glas an, und dieses kommt leicht in Gefahr, zu zerspringen. Darum macht der Verfasser diese Röhren lieber weiter und zugleich kürzer, und vergröſsert dadurch die Luftöffnung.

---

## VIII.

## Notiz über das Verhalten der ersten Stahlkettenbrücke über die Donau bei Wien (Carlsbrücke) während des Winters $18\frac{29}{30}$;

von

*Ign.* Edlem von *Mitis.*

---

Als die neue Benützung des ungehärteten Stahls zu Ketten für Hängebrücken ins Leben trat, so war mitunter eine der mehreren Einwendungen auch die Besorgniſs über das Verhalten des Stahles bei strenger und anhaltender Kälte. Es wurden von Einigen die oft gemachten Erfahrungen, daſs in der groſsen Kälte Wagen-

axen, Federn und andere aus Stahl angefertigte Instrumente oder Maschinenbestandtheile gesprungen sind, als Beweis angezogen, um die Bedenken zu rechtfertigen, die sich gegen die Verwendung des Stahls zu Kettenbrücken erhoben haben.

Schon als ich meine Beschreibung der ersten Stahlkettenbrücke im verflossenen Jahre 1829 durch den Druck bekannt gemacht habe, war ich bemüht zu zeigen, daſs erstlich diese Gefahr des Springens beim Stahl wesentlich dadurch befördert wird, wenn es gehärteter Stahl ist, der der Kälte ausgesetzt wird, und ferner, daſs auch vorzüglich davon viel abhängt, wie die Kraftäuſserung, welche das Springen des Stahls durch ihre Einwirkung auf den daraus gebildeten Körper veranlaſst hat, beschaffen ist, das heiſst, ob sich diese Kraft durch einen plötzlichen Stoſs, Druck, Schlag, oder durch eine ähnliche heftige Bewegung gegen den Stahlstab oder Körper äuſsert? — Beide diese in dem Falle einer bedeutenden Kälte allerdings gefährlichen Bedingungen sind aber bei der Kette einer Brücke in der Regel nicht vorhanden, der Stahl ist dabei nicht gehärtet, und Kraftäuſserungen der erstgedachten Art müſsten nur aus Muthwillen oder in böser Absicht veranlaſst werden, da die eigentliche Bestimmung der Kette bloſs allein darin besteht, einem gröſsten Theils gleichförmigen, ruhigen, immerhin durch eine nur nach und nach eintretende Gewichtsvermehrung gröſser werdenden Zuge der auf selbe wirkenden Kräfte zu widerstehen.

Alles dieses habe ich zwar schon in meiner obgedachten Beschreibung des Kettenbrückenbaues gesagt, dem ungeachtet glaube ich aber, dürfte ein Erfahrungsbeweis für den Stahl noch mehr zur Widerlegung der gemachten Einwendungen dienen, als jede noch so richtige theoretische Rechtfertigung der gemachten Stahlverwendung.

Bekanntlich ist dieser Winter durch eine so anhaltende als bedeutende Kälte in ganz Europa nur zu ausgezeichnet, also gewiſs geeignet zu beweisen, daſs Stahlketten wegen groſsen Kältengraden nicht unanwendbar sind. Die Carlsbrücke über die Donau hat in diesem Winter mehrmal eine Kälte von 18 — 20° *R.*, besonders

Nachts, ausgestanden, und kein Nagel, viel weniger ein Kettenbestandtheil ist gesprungen.

Die Wirkungen der Zusammenziehung oder Verkürzung der Länge der Ketten sind allerdings eingetreten, und Jenen, welche sich nur dem Augenschein nach davon haben durch Beobachtung überzeugen wollen, sind sie gewiſs nicht entgangen, weil sie keineswegs so gering seyn konnten, um sich nicht bemerkbar zu machen.

Nach Versuchen der Herren *La Place*, *Lavoisier*, *Dulong*, *Petit* und einiger anderer Physiker, erleiden starre Substanzen durch Erwärmung vom Eispuncte bis zur Siedhitze, also nach Cels. in 100° des Thermometers, nicht unbeträchtliche Ausdehnungen, und im umgekehrten Falle der Abkühlung auch eine eben so groſse Zusammenziehung; bei ungehärtetem Stahl insbesonders soll nach beiden ersten Obgenannten die lineare Ausdehnung $^1/_{923}$tel der Länge für 100° Cels. betragen.

Hat nun die Kette an der Carlsbrücke in der krummen, über der Brückenbahn schwebenden Länge 52°,83 W. M., und rechnet man die Veränderung von der mittleren Temperatur + 12° *R.* bis zu — 20° *R.*, die heuer an der Donau im Freien gewiſs oft Statt gefunden hat, an, so macht das eine Summe von 40° Cels. Temperatursveränderung. Nimmt man nun an, daſs 100° Cels., wie oben gesagt, um $^1/_{923}$tel die Länge verkürzen, so müssen diese 40° eine Verkürzung um $^1/_{2306}$tel der ganzen Kettenlänge hervorgebracht haben.

Dieser Theil ist aber, wie man durch Rechnung leicht finden wird, bei der Kette der Carlsbrücke beiläufig 1'' 7''' W. M.

Erwäget man nun ferner, daſs jede Verlängerung oder Verkürzung der krummen Kettenlinie gleich 1, den Senkungspfeil oder den Kettenbusen circa um $^{10}/_{36}$tel vermehrt oder vermindert, so hat sich die ebene Bahn der Brücke in der Mitte um 5'' 8''' aufwärts biegen oder wölben müssen. Dieses ist doch leicht mit freiem Auge zu bemerken, und beweiset die Wirkung des Frostes zugleich mit der Unschädlichkeit desselben, da sich an der Construction durchaus nichts Nachtheiliges ereignet hat.

# IX.

# Berichtigung eines Irrthums;

mitgetheilt von

*Paul Partsch,*

Instructor des kais. Mineralien-Cabinettes.

In dem letzten Hefte der Zeitschrift für Physik und Mathematik (dem zweiten Hefte des siebenten Bandes) theilte Doctor *Lhotsky* eine Nachricht über den Fall eines angeblichen Meteorsteines am Bord eines auf hoher See segelnden Schiffes mit. Ich wurde aufgefordert, Aufklärung darüber zu geben, damit das Factum nicht falsch beurtheilt, und ein Irrthum weiter verbreitet werde.

Ich will den Umstand, daſs ein Stein während des Vorüberziehens einer Regenwolke auf das Verdeck des Schiffes fiel, oder mit Heftigkeit über dasselbe rollte, so daſs er in mehrere Stücke zersprang, nicht in Abrede stellen, obwohl Herr *Ritter*, der Überbringer der Nachricht, sich während des starken Platzregens wohl schwerlich auf dem Verdecke befunden haben mag. Wie ein Stein auf einem Schiffe bei hochgehender See in Bewegung und zum Falle, auch ohne Mitwirkung eines muthwilligen Menschen, zu bringen sey, wird wohl leichter zu erklären seyn, als der Fall der wirklichen Meteorsteine. Die Nebenumstände, die den Fall begleiteten, und die alle negativer Art sind, nämlich das Nichtbemerken einer feurigen Erscheinung und einer Detonation im Augenblicke des Fallens, die Kälte und Nässe des herabgefallenen Steines u. s. w. wollen wir nicht berücksichtigen, und uns zur Betrachtung des herabgefallenen Steines wenden, den Herr *Lhotsky* nicht in Augenschein nahm.

Der Herr Director des k. k. Naturalien-Cabinettes, Regierungsrath von *Schreibers*, verwahrt davon einige Fragmente, welche er vom Herrn *Ritter* erhielt, und die Jedermann, der nur ein Mal einen Meteorstein sah, und die groſse Analogie kennt, welche diese merkwürdigen Körper bei mancher Verschiedenheit in ihrer Zusam-

mensetzung und Structur im Allgemeinen doch zeigen, auf den ersten Anblick für *nicht* meteorischen Ursprungs erklären mufs. Ich nahm schon damals, als Hr. *Ritter* diese Fragmente nach Wien brachte (im Jahre 1821), vom Herrn von *Schreibers* dazu aufgefordert, eine nähere Untersuchung mit ihnen vor. Das Mineral zeigt blätteriges Gefüge, grofskörnige Zusammensetzung, dunkelbraune Farbe, wenig Glanz, und höchst geringe Durchscheinenheit an den Kanten; es spaltet sich nach einem Rhomboëder von 105°, hat eine Härte, die gleich 3 ist, und ein specifisches Gewicht von 2,67. In Säuren löst es sich mit heftigem Brausen leicht auf. Es ist daher Kalkspath, der seine Färbung einer geringen Beimengung von Eisenoxyd verdankt.

Zuvor wir also nicht mit Bestimmtheit erfahren, dafs die Anzahl der Mineral-Species, die als Gemengtheile in den uns von oben zugeworfenen, meteorischen Stein- und Eisenmassen enthalten sind *), vermehrt werden müsse, wollen wir den auf dem Verdecke des Schiffes Escher von Liverpool, Capitän *Smart*, im Jahre 1820, den 5. April, auf offener See, in gleicher Breite mit der Insel Cuba gefallenen Kalkspath noch zu den tellurischen Erzeugnissen rechnen, und demselben seinen Platz in der von dem Hrn. Regierungsrathe von *Schreibers* angelegten Sammlung von Pseudo-Meteorolithen nicht streitig machen. Diefs ist auch Ursache, dafs zur Zeit von dem Vorfalle keine weitere Notiz genommen wurde.

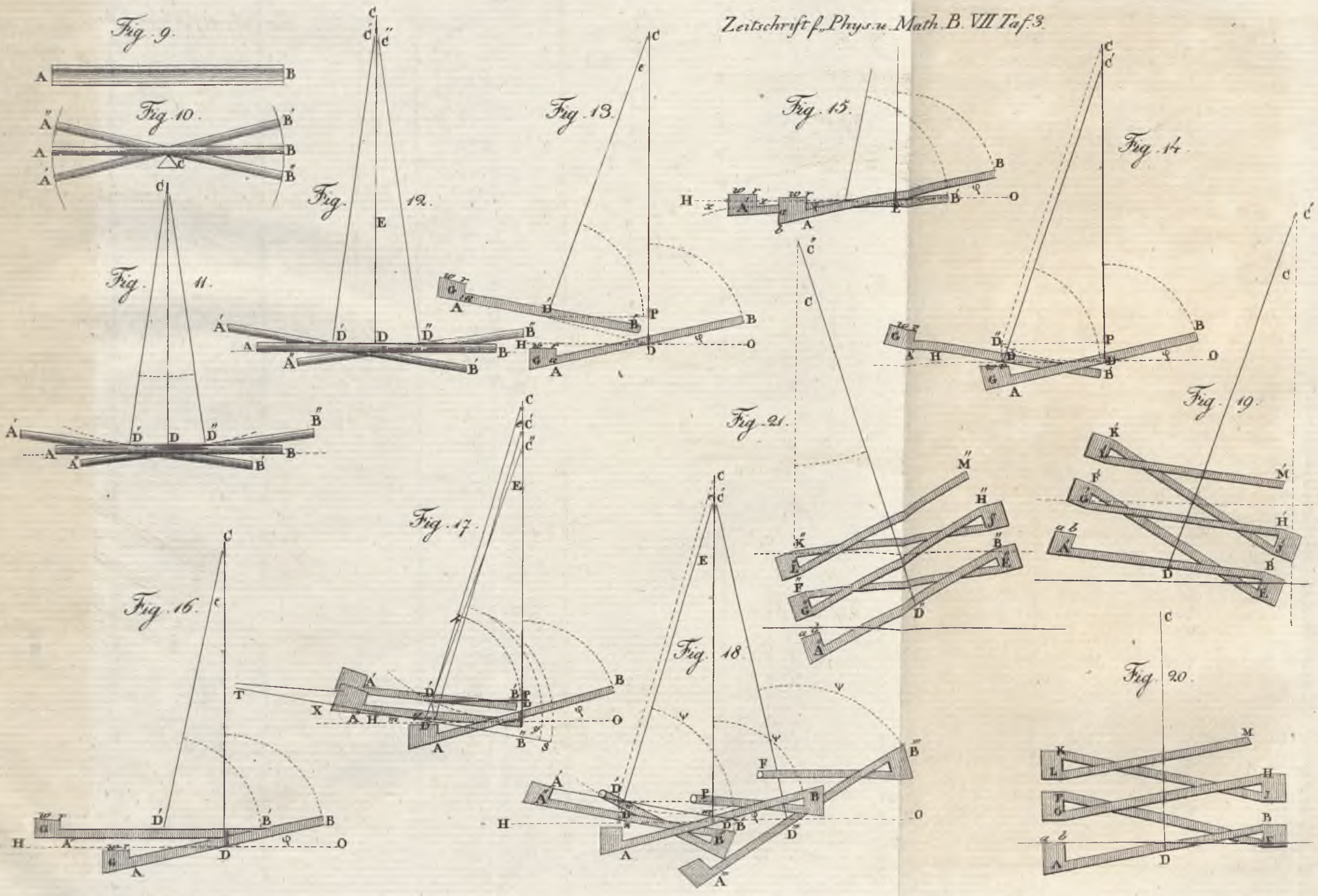
---

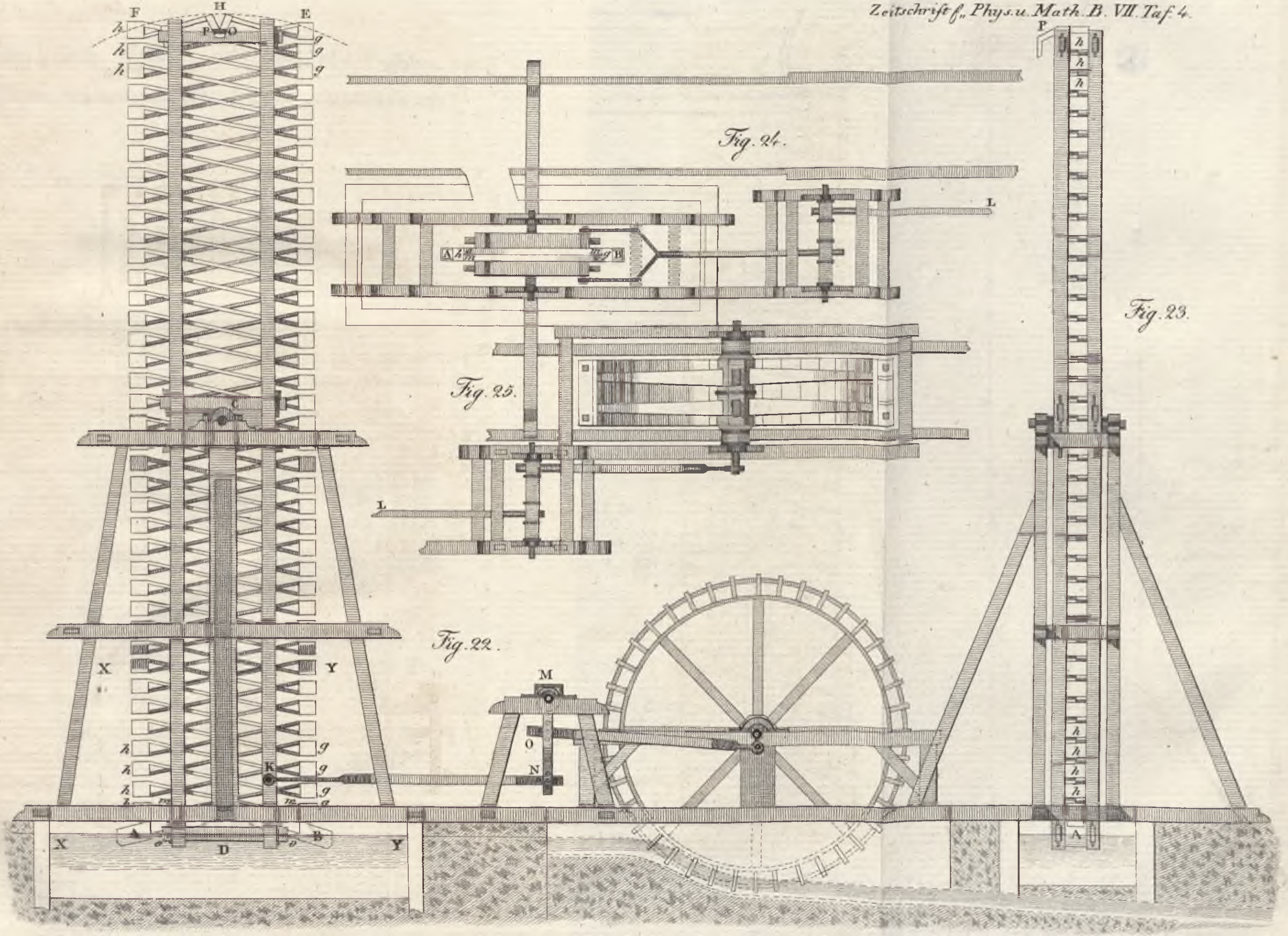
*) Diese sind: Gediegenes Eisen, hexaëdrischer oder prismatischer Eisenkies, Magnetkies, Feldspath oder eigentlich Labrador, Augit und Chysolith.

# Meteorologische Beobachtungen. Jänner 1830.

Der Beobachtungsort liegt 19.946 W. Kl. über dem mittleren Spiegel der Donau.

| Tag. | Um 8 Uhr früh. | | | Um 3 Uhr Nachmittag. | | | Um 10 Uhr Abends. | | | Witterung. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Barometer o° R. | Thermometer. | Wind. | Barometer o° R. | Thermometer. | Wind. | Barometer o° R. | Thermometer. | Wind. | |
| | Paris. Z. | Grad R. | | Paris. Z. | Grad R. | | Paris. Z. | Grad R. | | |
| 1 | 28.023 | — 6.5 | WNW. schw. | 28.043 | — 5.0 | NW. schw. | 28.070 | — 5.5 | NW. still. | Trüb. |
| 2 | 28.016 | — 5.5 | O. schwach. | 28.023 | — 5.0 | O. schwach. | 28.029 | — 5.8 | O. schwach. | Nebel. |
| 3 | 28.063 | — 7.5 | SO. schwach. | 28.056 | — 7.0 | SO. schwach. | 28.049 | — 11.5 | SO. still. | Trüb, Schnee, Nebel. |
| 4 | 28.015 | — 12.5 | S. schwach. | 27.975 | — 7.5 | OSO. stark. | 27.961 | — 8.0 | OSO. schw. | Schnee, heiter. |
| 5 | 27.853 | — 7.8 | OSO. schw. | 27.813 | — 6.0 | OSO. mitt. | 27.772 | — 9.3 | NW. still. | Trüb. |
| 6 | 27.765 | — 9.0 | WNW. mitt. | 27.772 | — 5.0 | WNW. stark. | 27.786 | — 3 5 | WNW. mitt. | Schnee, trüb. |
| 7 | 27.698 | — 3.0 | WNW. schw. | 27.530 | + 1.0 | SO. still. | 27.422 | 0.0 | W. still. | Trüb. |
| 8 | 27.409 | — 4.0 | S. still. | 27.416 | — 2.5 | SO. still. | 27.443 | — 4.0 | SO. still. | Nebel, trüb. |
| 9 | 27.557 | — 5.0 | NW. mitt. | 27.576 | — 5.0 | WNW. schw. | 27.542 | — 7.5 | WNW. mitt. | Trüb. |
| 10 | 27.347 | — 8.5 | WNW. mitt. | 27.239 | — 5.0 | WNW. mitt. | 27.178 | — 8.0 | NW. schw. | Wolken, heiter. |
| 11 | 27.110 | — 5.5 | WNW. schw. | 27.037 | — 3.0 | WNW. schw. | 27.139 | — 3 8 | SO. schwach. | Trüb, Wolken, heiter. |
| 12 | 27.210 | — 8.0 | SO. schwach. | 27.320 | — 6.5 | SO. schwach. | 27,374 | — 7.5 | SO. schwach. | Trüb, Schnee. |
| 13 | 27.436 | — 8.5 | NW. schw. | 27.495 | — 5.0 | NW. schw. | 27.596 | — 9 0 | NW. schw. | Heiter, trüb. |
| 14 | 27.616 | — 9.5 | W. schwach. | 27.689 | — 6.0 | W. schwach. | 27.562 | — 8.0 | W. schwach. | Nebel, trüb, heiter. |
| 15 | 27.536 | — 5.0 | NW. schw. | 27.540 | — 2.0 | W. schwach. | 27.604 | — 2.5 | N. still. | Schnee, trüb. |
| 16 | 27.658 | — 2.8 | SO. schwach. | 27.662 | 0.0 | SO. schwach. | 27.498 | — 1.3 | S. still. | Trüb, Schnee. |
| 17 | 27.690 | — 2.5 | OSO. schw, | 27.462 | 0.0 | SO. schwach. | 27.496 | 0.0 | SO. schwach. | Trüb, Schnee. |
| 18 | 27.523 | — 2.0 | WNW. schw. | 27.544 | — 1.0 | NW. schw. | 27.544 | — 1.5 | NW. schw. | Schnee, trüb, Schnee. |
| 19 | 27.571 | — 3.0 | NW schw. | 27.582 | — 1.5 | SO. schwach. | 27.578 | — 4.3 | SW. still. | Wolken, heiter, trüb. |
| 20 | 27.510 | — 4.0 | S. still. | 27.402 | — 3.0 | SO. stark. | 27.375 | — 4.0 | SO. schwach. | Nebel, Schnee, trüb. |
| 21 | 27.389 | — 3.0 | SO. schwach. | 27.483 | — 1.0 | SSW. still. | 27.570 | — 2.0 | S. still. | Trüb. |
| 22 | 27.645 | — 1.8 | SSO. schw. | 27.671 | + 1.5 | OSO. stark. | 27.734 | — 1.5 | SO. mittelm. | Nebel, trüb. |
| 23 | 27.835 | — 5 5 | SO. still. | 27.876 | — 3.0 | SO. mittelm. | 27.916 | — 5.3 | SO. still. | Heiter, Wolken. |
| 24 | 27.936 | — 8.0 | OSO. still. | 27.928 | — 6.0 | SO. s. stark. | 27.935 | — 6.8 | SO. still. | Trüb. |
| 25 | 27.982 | — 9.3 | SO. still. | 27.988 | — 6.5 | OSO. mitt. | 28.008 | — 10 5 | OSO. mitt. | Heiter, trüb. |
| 26 | 28.008 | — 13.3 | S. mittelm. | 27.954 | — 10.0 | OSO. schw. | 27.894 | — 14.0 | SO. schwach. | Nebel, heiter. |
| 27 | 27.759 | — 14.6 | SO. schwach. | 27.704 | — 9.5 | OSO. schw. | 27.699 | — 15.0 | SO. still. | Heiter. |
| 28 | 27.656 | — 16.0 | N. schwach. | 27.643 | — 12.0 | N. still. | 27.684 | — 11.5 | NW. still. | Nebel, trüb. |
| 29 | 27.704 | — 11.0 | NW. schw. | 27.697 | — 9.0 | NWN. schw. | 27.692 | — 11 5 | NW. still. | Trüb, Schnee. |
| 30 | 27,692 | — 15.0 | NNW. schw. | 27.623 | — 14.0 | NNW. schw. | 27.528 | — 17.0 | NNW. still. | Trüb, Schnee, heiter. |
| 31 | 27.480 | — 16.5 | NW. schw. | 27.419 | — 14.0 | NW. stark. | 27.403 | — 14.8 | NW. stark. | Trüb, Schnee. |
| Mittel | 27.700 | — 4.32 | | 27.647 | — 5.08 | | 27.130 | — 6.87 | | |


Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.


Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24.
Fig. 25.
F
H
E
C
K
M
O
N
D
A
B
X
Y
L
P
h
g